



SELVITYS VESIHUOLTOLINJOJEN SUUNNITELMIEN MUUTOKSISTA JA NIIDEN SYISTÄ

Eetu Mustonen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2012
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

MUSTONEN, EETU: Selvitys vesihuoltolinjojen suunnitelmien muutoksista ja niiden syistä

Opinnäytetyö 68 s., ei liitteitä
Huhtikuu 2012

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia vesihuoltolinjojen suunnittelukokonaisuutta ja arvioida eri tekijöiden vaikutusta suunnittelun kulkuun ja suunnitelmamuutoksiin sekä pyrkiä kehittämään suunnittelua edelleen. Tutkimusmenetelminä käytettiin jo toteutettujen suunnitelmien tarkastelua sekä suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden haastatteluja. Tietoa vesihuoltolinjojen suunnittelusta haettiin lisäksi aiheeseen liittyvistä ohjeista, laeista, oppikirjoista sekä AIRIX Ympäristö Oy:n omista aihetta käsittelevistä asiakirjoista.

Tutkimuksessa käsiteltiin vuosien 2006 ja 2011 välillä toteutettuja vesihuoltohankkeita, joiden suunnitelmat oli työstetty AIRIX Ympäristö Oy:n Tampereen ja Turun toimistoissa. Vertailua syventämään mukaan otettiin myös hanke, jossa yleissuunnitelman on laatinut eri suunnittelutoimisto. Selvityksessä perehdyttiin erityisesti yleissuunnitelmien ja toteutussuunnitelmien välillä tapahtuviin suunnitelmamuutoksiin sekä niiden syihin. Tämän lisäksi pyrittiin seuraamaan kustannusten kehittymistä suunnittelun eri vaiheissa ja vertaamaan suunnitelmien kustannusarvioita toteutuneisiin kustannuksiin.

Selvityksen perusteella muutoksia suunnitelmien aikana ilmeni runsaasti etenkin yleissuunnitelmien ja toteutussuunnitelmien välillä. Valtaosa tehdyistä muutoksista oli kuitenkin hyvin perusteltuja ja tarpeellisia vesihuoltohankkeen kokonaisuuden kannalta. Toteutussuunnitelmien ja toteutettujen linjojen välillä muutokset olivat selvityksen perusteella vähäisiä. Kustannusten vertailu ei onnistunut toivotulla tavalla, joten siltä osin opinnäytetyön tulokset jäivät suppeiksi.

Selvitys vahvisti käsitystä yleissuunnitelman tarpeellisuudesta suunnittelukokonaisuudessa ja nosti esiin tarpeen jonkinlaiselle palautelomakkeelle. Opinnäytetyötä tehdessä tuli myös eteen mahdollisia jatkotutkimustarpeita tarkemmasta kustannusseurannasta ja suunnittelijoiden kustannustietouden kehittämisestä sekä eri suunnitelmavaiheisiin käytettävän ajan ja kustannusten vaikutusten arvioinnista suunnitelmien laatuun.

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Option of Civil Engineering

MUSTONEN, EETU: Specification about changes and the reasons behind them in water supply and sewerage plans

Bachelor thesis 68 pages, no appendices
April 2011

The aim of this research is to study the water supply and sewerage planning process and to judge the influence of different factors to the progression of the planning and to the changes in the plans. This research also aims to develop the planning process further. Research methods used in this research were examination of already planned water supply and sewerage plans and also interviews of the designers and constructors. Information about water supply and sewerage planning was also researched from various different instructions, laws, textbooks and AIRIX Environments own documentations about the theme.

Projects used in the research were planned between years 2006 and 2011 in AIRIX Environments Tampere and Turku offices. The research was directed specifically to the changes between general plans and more specific construction plans and the reasons behind the changes. In addition the research aimed to follow the progress of the quotations in different phases of the planning.

From the research we saw that there were numerous changes in the plans specifically between general plans and more specific construction plans. Most of the changes in the plans were well justified and useful in the water supply and sewerage planning process. The following and comparison of quotations did not complete in the way we wanted and the results from that part of the research stayed narrow.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Yleiskuvaus vesihuoltoverkostojen suunnittelusta.....	7
1.2	Työn tavoitteet.....	8
1.3	Rajaukset	9
1.4	Työn toimeksiantaja	9
2	VESIHUOLTOLINJOJEN SUUNNITTELU	11
2.1	Vesihuoltoverkoston suunnitteluprosessi	11
2.1.1	Kehittämissuunnitelma.....	11
2.1.2	Esisuunnitelma	11
2.1.3	Yleissuunnitelma.....	12
2.1.4	Toteutussuunnitelma	14
2.1.5	Rakentaminen.....	16
2.2	Lainsäädäntö.....	17
2.2.1	Yleistä.....	17
2.2.2	Tärkeimmät vesihuoltolinjojen suunnitteluun liittyvät lainkohdat	18
3	SELVITYKSEN KOHTEET	21
3.1	Kohteiden valinta.....	21
3.2	Selvityskohde 1	22
3.2.1	Yleistä kohteesta	22
3.2.2	Yleissuunnitelma.....	23
3.2.3	Toteutussuunnitelma	23
3.2.4	Muutoksien tarkastelu.....	23
3.3	Selvityskohde 2	28
3.3.1	Yleistä kohteesta	28
3.3.2	Yleissuunnitelma.....	29
3.3.3	Toteutussuunnitelma	29
3.3.4	Muutoksien tarkastelu.....	30
3.3.5	Rakentaminen.....	34
3.4	Selvityskohde 3	35
3.4.1	Yleistä kohteesta	35
3.4.2	Yleissuunnitelma.....	36
3.4.3	Toteutussuunnitelma	36
3.4.4	Muutoksien tarkastelu.....	36
3.5	Selvityskohde 4	41
3.5.1	Yleistä kohteesta	41
3.5.2	Yleissuunnitelma.....	41
3.5.3	Toteutussuunnitelma	42
3.5.4	Muutoksien tarkastelu.....	42
3.6	Selvityskohde 5	46
3.6.1	Yleistä kohteesta	46
3.6.2	Yleissuunnitelma.....	47
3.6.3	Toteutussuunnitelma	48
3.6.4	Muutoksien tarkastelu.....	48
3.6.5	Rakentaminen.....	55
4	TULOSTEN YHTEENVETO.....	57
4.1	Yleistä tulosten yhteenvedosta.....	57
4.2	Määrien muutokset.....	57
4.3	Kustannusten muutokset.....	63

5	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	65
	LÄHTEET	67

ERITYISSANASTO

Erillisviemäröinti	Viemäröintijärjestelmä, jossa jäte- ja hulevedet johdetaan erillisissä järjestelmissä purkupaikalle.
Sekaviemäröinti	Viemäröintijärjestelmä, jossa hulevedet johdetaan yhdessä jäteveden kanssa jätevedenpuhdistamolle.
Padotuskorkeus	Korkeustaso, jolle jätevesi saa korkeintaan nousta maksimivirtaaman aikana.
Ylivuotoputki	Pumppaamon kohdalle rakennettava putki, josta viemäriveresiä voidaan johtaa pumppaamon kapasiteetin ylittyessä suoraan maastoon tai vesistöön.
Pääviemäri	Tarkoitetaan viemäriä, johon liittyy vähintään kaksi kokoojaviemäriä.
Kokoojaviemäri	Tarkoitetaan viemäriä, johon liittyy vähintään kaksi viemäriä.
Tonttiviemäri	Liittymissopimuksessa määritellyn kiinteistön liittämiskohdan ja kiinteistön tarkastuskaivon välinen johto-osa.
Uudisrakennuskohde	Rakennuskohde, jossa rakennetaan uutta vesihuoltoputkistoa ja laitteistoa alueelle, jolla ei ennestään ole vesihuoltoverkosta.
Siirtoviemäri	Siirtoviemärillä tarkoitetaan sellaista runkoviemäriinjaa, jonka pääasiallinen tarkoitus on viemäriverisien johtaminen verkosta kauempana olevaan jäteveden puhdistamoon. (RIL 237-2-2010 s. 60)
Saneerauskohde	Rakennuskohde, jossa uusitaan vanhaa vesihuoltoputkistoa ja -laitteistoa.
RIL	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto on valtakunnallinen asiantuntijaorganisaatio, jonka tarkoituksena on edistää hyvää suunnittelu-, rakentamis- ja ylläpitotapaa ja rakennusalan asiantuntevuuden kehittymistä Suomessa.
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset hoitavat vastuualueidensa täytäntöönpano- ja kehittämissuhteita Suomessa.

1 JOHDANTO

1.1 Yleiskuvaus vesihuoltoverkostojen suunnittelusta

Vesihuoltoverkostot ovat nyky-yhteiskunnalle välttämättömiä peruspilareita, joita ilman yhteiskuntamme ei voisi olla nykyisen kaltainen. Niiden suunnittelun ja rakentamisen taso on jo nyt korkea, mutta silti verkostojen kehittäminen sekä suunnittelun ja rakentamisen tason ylläpitäminen on ensisijaisen tärkeää. Vesihuoltoverkostojen rappeutuminen aiheuttaa terveellisyys- ja turvallisuusriskejä, joita emme halua kohdata. Verkostojen mitoittamiseen ja suunnitteluun on jo olemassa ohjeita, kuten Suomen Rakennusinsinöörien liiton julkaisemat: RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu - perusteet ja toiminnallisuus, sekä RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu – mitoitus ja suunnittelu. Aihetta käsittelevät ja osiltaan tarkentavat myös lukuisat opinnäytetyöt. (RIL-237-1 2010, 19)

Suunnittelu lähtee aina kulloisenkin tilaajan tarpeesta uudelle vesihuoltoverkostolle tai vanhan saneeraukselle. Yleensä tilaajina ovat ELY-keskukset, kunnat tai vesihuolto-osuuskunnat. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset vastaavat kuntien välisten yhdysvesijohtojen ja siirtoviemärihankkeiden rakennuttamisesta, joiden rahoitukseen kunnat kuitenkin osallistuvat. Kuntien tilaamat hankkeet ovat yleensä verkoston kehittämishankkeita ja kunnan sisäisen vedensaannin sekä viemäroinnin takaavia uudishankkeita. Vesihuolto-osuuskuntia muodostetaan yleensä kuntien haja-asutusalueille, jotka eivät ole kunnan oman vesihuoltolaitoksen piirissä. Tyypillisesti tämänkaltaisten vesihuolto-osuuskuntien hankkeita tuetaan kunnan ja mahdollisesti ELY-keskuksen puolesta taloudellisesti. (Hyypiä 2012)

Vesihuollon toimintaympäristö muuttuu jatkuvasti. Nykyisin suunnittelussa painotetaan entistä enemmän elinkaariajattelua sekä ympäristöön liittyviä näkökohtia. Putkimateriaalit ja rakentamistekniikat ovat viime vuosina kehittyneet ja osin sen seurauksena pitkät siirtoyhteydet ovat yleistyneet. Nykyisin vanhojen pienten vedenkäsittelylaitosten kunnostamisen tai uusimisen sijaan yhä useammin kallistutaan pitkän siirtoyhteyden rakentamiseen jätevesien johtamiseksi suuremman laitoksen käsiteltäväksi. Näihin jätevedensiirtolinjoin rakennetaan lähes poikkeuksetta samanaikaisesti yhdysvesijohto.

1.2 Työn tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä analysoidaan vesihuoltolinjojen suunnittelua yleissuunnitelmista toteutussuunnitelmiin sekä verrataan suunnitelmia toteutuneisiin ratkaisuihin. Tavoitteena on vesihuollon linjasuunnittelun kehittäminen erityisesti suunnitelmien välillä tapahtuvien muutosten hallinnan osalta. Työssä kiinnitetään erityistä huomiota muutoksia aiheuttaviin tekijöihin sekä pyritään sitä kautta tehostamaan suunnittelua. Hyvin tehdystä, johdonmukaisesta suunnittelusta hyötyy hankkeen investoija, joka saa käyttöönsä tehokkaan ja toimivan vesihuoltoverkoston, jonka ylläpitokulut on minimoitu. Tavoitteena on saada kokoon tarpeeksi kattava vertailu, jotta vesihuoltolinjojen suunnitteluprosessia voitaisiin edelleen tehostaa ja parantaa vastaamaan toteutuksen haasteita.

Työssä pohditaan yleissuunnitelman hyödyllisyyttä toteutussuunnitteluvaiheessa ja edelleen kohteen toteuttamisessa. Yhdeksi vertailtavista kohteista on tarkoituksellisesti valittu kohde, jossa yleissuunnitelman on toteuttanut eri suunnittelutoimisto kuin toteutussuunnitelman. Muut kohteet ovat joko ilman suunnittelijanvaihdosta suunniteltu kohde tai saman suunnittelutoimiston sisällä eri suunnittelijoiden toimesta tehty suunnitelmat. Työssä kiinnitetään myös huomiota kustannusten arviointiin eri työvaiheissa ja niiden paikkaansa pitävyyteen verrattaessa lopullisen investoinnin rakentamiskustannuksiin. Työn toteutusvaiheessa tapahtuvat muutokset otetaan myös tarkasteluun.

Vertailtaessa yleissuunnitelmia ja toteutussuunnitelmia suunnitelmakarttojen perusteella pyritään löytämään eroavaisuuksia:

- vesihuoltolinjojen linjauksissa
- pumppaamoiden paikoissa
- työmenetelmien määrissä
- tienalitusten määrissä
- paineviemärien pituuksissa
- viettoviemärien pituuksissa
- vesihuoltolinjojen pituuksissa
- putkien materiaaleissa
- putkien koissa.

Eroavaisuuksien syitä tutkitaan haastattelemalla suunnitelmien tekijöitä ja perehtymällä suunnitelmiin, asiakirjoihin, muistiinpanoihin ja kokousmuistioihin. Toteutussuunnitelman paikkansapitävyyttä toteutettuun linjaan nähden tutkitaan urakoitsijoita haastattelemalla.

1.3 Rajaukset

Tässä opinnäytetyössä vertaillaan yleissuunnitelmia toteutussuunnitelmiin sekä toteutuneisiin ratkaisuihin. Yleissuunnitelman ollessa huomattavasti suppeampi toteutussuunnitelmaan verrattaessa, muutoksia etsitään suunnitelmakartalta ja kustannusarviosta. Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdyt pituusleikkaukset ja pumppaamoalueiden tarkemmat määrytykset jätetään tässä vaiheessa tarkoituksella varsin vähäiselle huomiolle. Yleissuunnitelma pyritään tavallisesti tekemään sellaisella tarkkuudella, että siitä on helposti tulkittavissa pumppaamojen paikat, vietto- ja paineviemärien määrät sekä vesihuoltolinjan linjaus. Esimerkiksi tien viertä kulkevasta linjasta on pystyttävä erottamaan, kummalla puolen tietä se on suunniteltu kulkemaan. Tämän takia vertailu kohdistetaan kin juuri näihin seikkoihin. Työssä ei käsitellä eri suunnitteluvaiheisiin käytettyjä tunti-määriä eikä kustannuksia. Lisäksi pois rajataan suunnittelutarjouspyynnöt ja tarjoukset eikä oteta kantaa niiden mahdollisiin vaikutuksiin eri suunnitelmavaiheisiin käytettyyn aikaan.

Työssä käsitellään sekä haja-asutusalueiden että tiiviimmin asuttujen alueiden vesihuoltolinjojen suunnittelua. Kaikki työssä käsiteltävät kohteet ovat vesihuollon osalta uudisrakennuskohteita eikä työssä tästä syystä oteta kantaa saneerauskohteiden suunnitteluun.

1.4 Työn toimeksiantaja

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on AIRIX Ympäristö Oy. AIRIX Ympäristö Oy on konsulttitoimisto, joka tarjoaa asiantuntijapalveluja pääosin yhdyskuntasuunnittelun ja yhdyskuntatekniikan eri osa-alueilla. Yritys on osa kansainvälistä FMC Groupia, jonka omistus siirtyi vuodenvaihteessa 2011 - 2012 Sweco Groupille. AIRIX Ympäristö Oy:llä

on neljä toimipistettä jotka sijaitsevat Tampereella, Turussa, Helsingissä ja Oulussa. (AIRIX Ympäristö Oy 2012.)

Tämä opinnäytetyö on tehty Tampereen yksikön toimeksiannosta. Yhteensä yrityksessä työskentelee noin 90 henkilöä, joista noin kaksikymmentä työskentelee Tampereen yksikössä. Keskeisimpiä toiminta-alueita ovat maankäytönsuunnittelu, vesihuolto, tie-, liikenne ja aluetekniikka sekä teollisuuden vesi- ja ympäristötekniikka. Yritys on myös ympäristötekniikan edelläkävijä Suomessa oman YTCAD-ohjelmiston sekä Paikkatietopalvelimen ansiosta. Asiakaskunnasta noin 85 % on julkisen sektorin toimijoita, mutta konsulttipalveluja tarjotaan myös yksityisen sektorin tarpeisiin. SKOL:n laskutustilastoissa AIRIX Ympäristön vesihuollon laskutus on Suomen neljänneksi suurin. (AIRIX Ympäristö Oy 2012.)

2 VESIHUOLTOLINJOJEN SUUNNITTELU

2.1 Vesihuoltoverkoston suunnitteluprosessi

2.1.1 Kehittämissuunnitelma

Kunnan vesihuoltoverkoston kehittäminen alkaa Vesihuoltolain edellyttämän vesihuollon kehittämissuunnitelman laatimisella. Kehittämissuunnitelman tarkoituksena on määrittää vesihuollon tavoitteet sekä niiden toteuttamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Yleensä koko kuntaa koskeva kehittämissuunnitelma on sovitettu yhteen kunnan yleiskaavan kanssa. Kehittämissuunnitelmasta tulee selvittää vesihuollon nykytila, alueen yhdyskuntarakenteen tulevaisuuden näkymät, tarpeet vesihuollon kehittämiseksi, toimenpiteet sekä niiden vaikutukset. Kehittämissuunnitelman perusteella kunta määrittelee vesihuollon toiminta-alueet alueella toimiville vesihuoltolaitoksille. Toiminta-alueellaan vesihuoltolaitoksella on velvollisuus järjestää vesihuoltopalvelut asiakkaan tarpeen mukaan.

Pakollisen vesihuollon kehittämissuunnitelman lisäksi laaditaan usein myös:

- vedenhankinnan kehittämissuunnitelma
- vedenjakelun kehittämissuunnitelma
- viemäroinnin kehittämissuunnitelma
- jätevedenpuhdistuksen kehittämissuunnitelma
- hulevesiohjelma.

Näiden kehittämissuunnitelmien pohjalta laaditaan tekniset suunnitelmat. Tekninen suunnittelu jakautuu kolmeen vaiheeseen: esisuunnitelmaan, yleissuunnitelmaan ja toteutussuunnitelmaan. (RIL 237-1 2010, 70)

2.1.2 Esisuunnitelma

Esisuunnitelman tarkoituksena on määrittää suunnittelutehtävä nykytilanteen ja ennusteiden pohjalta. Sen pitäisi kyetä antamaan riittävät tiedot alustavaa päätöksen tekoa

varten, karkeine kustannusarvioineen ja aikatauluineen. Suunnitelma laaditaan karttojen, tilastotietojen ja inventointitulosten perusteella. Esisuunnitelmaan sisältyy:

- suunnitelman yleiskuvaus
- nykyinen vesihuollon järjestely
- veden nykyinen ja tuleva tarve ja jätevesimäärät
- veden syöttö alueelle ja sen kapasiteetin riittävyys
- jätevettä vastaanottava viemäristö ja sen kapasiteetin riittävyys
- vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten arviointi
- toteuttamis- ja rahoitusohjelma
- kartat ja piirustukset
- muut selvitykset.

Suunnitelman pohjalta tehdään alustava päätös linjan rakentamisesta ja varsinaisen suunnittelun käynnistämisestä. (RIL 237-1 2010, 72)

2.1.3 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitelmaksi kutsutaan esisuunnitelman vaihtoehtojen pohjalta laadittua lopullista yhtenäistä suunnitelmaa. Jos varsinaista esisuunnitelmaa ei ole laadittu, on yleissuunnittelun alussa vertailtava erilaisia toteutusratkaisuja. Yleissuunnitelma tehdään maastokatselmusten ja karttatietojen perusteella ja sen perusteella täytyy voida luotettavasti arvioida terveydellisiä, teknisiä, taloudellisia sekä ympäristöllisiä vaikutuksia. Yleissuunnitelmaan kuuluvat suunnitelmaselostus, kartat ja piirustukset, kustannusarvio sekä mahdolliset ympäristönsuojeluun liittyvät selvitykset. (RIL 237-1 2010, 72)

lhanteellisessa tilanteessa yleissuunnittelu päästään toteuttamaan samanaikaisesti asemakaavoituksen kanssa, jolloin vesihuoltoratkaisut voidaan ottaa paremmin huomioon myös itse kaavassa. Usein kuitenkin etenkin siirtolinjoja suunniteltaessa vesihuolto-
linjat kulkevat kaavoitettujen alueiden ulkopuolella ja tällöin niiden linjaus ja maanomistus linjauksen varrella näyttelevät suurta roolia. Linjat pyritään suunnittelemaan ja rakentamaan teiden linjauksia noudattaen, jolloin voidaan varmistaa niiden kunnossapito, huolto ja saavutettavuus. Vesijohtoverkko pyritään suunnittelemaan mahdollisimman paljon noudattamaan viemäriinjoja. Yleissuunnitelman tavoitteena on muokata suunnittelualueen investoinnista toteuttamiskelpoinen hanke. Yleissuunnitelmavaiheessa voi-

daan eniten vaikuttaa johtolinjan rakennuskustannuksiin. Suunnitelma olisi hyvä tehdä yksi tai kaksi vuotta ennen hankkeen toteuttamista. (RIL 237-1 2010, 73)

Yleissuunnitelman laadinta aloitetaan hankkimalla tarvittavat lähtötiedot, kuten pohjakartta-aineistot, verkostokartat, toiminta-alueet, vesihuollon kehittämissuunnitelma, suojelukohteiden ja pohjavesialueiden sijainnit sekä mitoituksen laatimiseen tarvittavat tiedot. Mitoitukseen tarvittavia tietoja ovat liittyjämäärät, tiedot liittyjistä, nykyiset veden kulutustiedot ja nykyiset jätevesivirtaamat sekä ennusteet. Tämän jälkeen suoritetaan alustavan linjauksen suunnittelu karttatarkastelun avulla, ottaen huomioon jo rakennetut yhdyskunta-alueet, kaavoitus ja pyrkien seuraamaan olemassa olevia linjauksia, kuten teitä ja oja. Alustavan linjauksen suunnittelun jälkeen selvitetään asianosaiset, joita voivat olla:

- maanomistajat
- museovirasto
- liikennevirasto
- kaapeliyhtiöt
- kalastusosuuskunnat
- vesialueiden omistajat
- ympäristöviranomaiset.

Asianosaisille esitellään alustavat linjaukset ja tehdään mahdolliset muutokset heidän kommentteihinsa perustuen. (Pärnä 2011.)

Alustava linjaus käydään läpi maastokatselmuksessa, jolloin katsotaan pumppaamoiden ja toimilaitteiden paikat, tienalitukset, radanalitukset ja vesistöjenalitukset. Erityistä huomiota kiinnitetään rakennettavuudeltaan hankaliin kohteisiin, kuten rakennettuihin alueisiin, kallioalueisiin ja pehmeikköihin. Pumppaamoiden ja toimilaitteiden paikoilla katsotaan, että sähkönsaanti ja ylivuodon sekä huoltotieyhteyden rakentaminen on mahdollista. Maastokatselmuksessa on syytä huomioida myös työalue (10-15 m), jonka riittävyys on välttämätöntä toteutuksen kannalta. Maastokäynnin jälkeen suoritetaan vesijohtojen, viemäreiden ja pumppaamojen mitoitus, piirretään suunnitelmakartta ja kirjoitetaan yleissuunnitelmaraportti. (Pärnä 2011.)

Yleissuunnitelmakartta tulee toteuttaa sellaisella tarkkuudella, että suunnitelmaa tarkastelemalla saadaan selville vähintään seuraavat asiat:

- vesihuoltolinjan sijainti tien suhteen
- viettoviemäri- ja paineviemäriosuudet
- pumppaamoiden määrät ja paikat
- linjausvaihtoehdot
- tienalitukset
- vesistöjenalitukset
- radanalitukset
- putkien koot sekä materiaalit. (Hyypiä 2012.)

Vastaavasti hyvän vesihuollon yleissuunnitelman suunnitelmaraportin tulisi sisältää ainakin:

- alueen väestömäärä ja ennuste
- vesihuollon nykytilanteen kuvaus
- vesi- ja jätevesimäärät
- mitoitusperusteet
- suunnitteluperiaatteet
- työtapaselostus
- kustannusarvio
- kuvaus vedenhankinnan ja vedenjakelun toteuttamisesta
- kuvaus viemäröinnin ja jätevesien käsittelyn toteuttamisesta.

Kun yleissuunnitelma on hyväksytty, suunnittelija merkitsee linjan sen pohjalta maastoon ottaen huomioon erityiskohteet sekä maanomistajien vaatimukset. Samassa yhteydessä merkitään maastoon myös linjan kairaus- ja kulmapisteet mittaryhmää, pohjatutkijaa sekä mahdollista maatutkaluotausta varten. (Pärnä 2012.)

2.1.4 Toteutussuunnitelma

Toteutussuunnitelmalla tarkoitetaan yksityiskohtaista vesihuoltoverkon suunnitelmaa, jossa esitetään vesihuoltolinja sellaisella tarkkuudella, että sen perusteella voidaan kilpailuttaa rakennusurakka, laatia rakennuttamisasiakirjat ja toteuttaa linjan rakentaminen. Suunnitelma laaditaan vesihuoltolinjan yleissuunnitelman pohjalta ja se sisältää yksityiskohtaiset piirustukset, työselostuksen, työn teknistä toteutusta koskevat muut

asiakirjat sekä tarkennetut kustannusarviot. Suunnitelmassa noudatetaan tarkoitukseen vahvistettuja normeja, viranomaismääräyksiä ja rakennuttajan antamia ohjeita. Lisäksi pumppaamojen ja paineenkorotusasemien suunnittelussa noudatetaan vesilaitossuunnittelun ohjeita ja käytäntöjä. (RIL 237-2 2010, 123)

Suunnitelman teknisten asiakirjojen sisältö vaihtelee kohdekohtaisesti, mutta pääpiirteissään asiakirjojen sisältö on seuraava:

- työkohtainen työselostus
- piirustusluettelo
- suunnitelmapiirustukset
- kaivokortit
- taitepistelueettelot
- määräluettelo
- kustannusarvio
- jätevedenpumppaamoiden hankintaohjelmat.

Melkein aina suunnitelmakansioon sisällytetään vielä rakennusurakkaan liittyvät kaupalliset asiakirjat kuten:

- työturvallisuusasiakirja
- urakkaohjelma
- urakkatarjouspyyntölomake
- urakkatarjouslomake
- yksikköhintaluettelo. (RIL 237-2 2010, 124)

Ennen toteutussuunnittelun aloittamista suoritetaan linjan maastoon merkintä yleissuunnitelmaa soveltaen ja laaditaan pohjatutkimusohjelma. Maastoon merkitään kaivauspisteet sekä linjan kulmapisteet. Tämän jälkeen maastoon merkitystä linjasta piirretään luonnos, joka hyväksytetään tilaajalla. Hyväksytyn luonnoksen pohjalta käydään tekemässä tarkemmat mittaukset linjalta. (Oravainen 2012.)

Toteutussuunnitelman tekeminen aloitetaan tarkistamalla yleissuunnitelman ajanmukaisuus sekä yleissuunnitteluvaiheessa hankittujen lähtötietojen riittävyys. Tehtyjen mittausten perusteella piirretään vesihuoltolinjat kartalle, mallinnetaan maanpinta, piirretään linjojen pituusleikkaukset ja tarkistetaan putkien piirtyminen riittävään peitesyvyyteen. Tehtyjen maaperätutkimusten perusteella saadut maaperätiedot esitetään pituusleikka-

uksissa. Kalliopinta on myös suotavaa mallintaa pituusleikkauksiin kairausten ja mahdollisen maatutkaluotauksen antaman tiedon pohjalta. (Pärnä 2011.)

Alustavan linjauksen suunnittelun jälkeen suoritetaan putkien mitoitus ja riittävien putkikallistusten tarkistus sekä merkitään putkien mitoitukset ja toimilaitteet asemapiirustuksiin sekä pituusleikkauksiin. Seuraavaksi mitoitetaan pumppaamot ja tarkistetaan ylivuotoputkien sijainnit ja korkeudet, merkitään putkilinjojen ja pumppaamojen perustamistavat ja pyydetään tarvittaessa lausunto geotekniseltä suunnittelijalta. Sitten tehdään tarvittavat detaljipiirustukset, kaivokortit ja massalaskennat sekä kustannusarvio. Lopuksi laaditaan tarjouspyynnön mukaiset tekstiasiakirjat ja tarkistutetaan suunnitelma suunnittelu- tai projektipäälliköllä laatujärjestelmää noudattaen. (Pärnä 2011.) Valmis toteutus suunnitelma sisältää kaupalliset ja tekniset asiakirjat sekä suunnitelmapiirustukset, kuten:

- yleispiirustus, 1:20 000 – 1:5 000
- asemapiirustukset, 1:500 – 1:2 000
- pituusleikkaukset, 1:1 000/1:100
- tyyppipoikkileikkaukset, 1:100
- pumppaamojen tyyppi- ja asemapiirustukset
- detaljipiirustukset
- geotekniset piirustukset
- paalukohtaiset poikkileikkaukset
- kaivokortit. (RIL 237-2 2010, 129)

2.1.5 Rakentaminen

Aiemmin johtolinjat rakennettiin useimmiten vesihuoltolaitoksen tai kunnan omana työnä. Nykyisin kuitenkin jo viimeiset 10 - 20 vuotta urakointi on tehty yleensä ulkopuolisten urakoitsijoiden toimesta. Enää suurimmilla kaupungeilla on omaa urakointia, mutta niistäkin ollaan luopumassa. Pienemmissä kunnissa vesilaitoksilla ei ole edes henkilöstöresursseja. (Haronen 2012.) Urakointi toteutetaan joko rakennuttajan laatiman tai teettämän suunnitelman mukaisesti tai vaihtoehtoisesti kokonaisvastuurakentamisena, jolloin tilaaja määrittelee verkolle asetetut vaatimukset ja urakoitsija laatii suunnitelman ja toteuttaa sen. (RIL 237-1 2010, 80)

Rakennuttajan suunnitelman käyttämistä perustellaan usein vain yhden suunnitelman tarpeella, kun vaihtoehtoisesti kokonaisvastuurakentamisessa jokainen tarjouskilpailuun osallistuva joutuu laatimaan oman suunnitelmansa. Urakointi rakennuttajan suunnitelman mukaan edellyttää yksityiskohtaisempia suunnitelmia tulkintaerimielisyyksien välttämiseksi. (RIL 237-1 2010, 80.) Suunnittelun sisällön tai laajuuden kannalta ei kuitenkaan ole merkitystä onko suunnittelun tilaaja kunnallinen vai yksityinen toimija. Suunnittelijan kohdalla vastuu kuitenkin korostuu toimittaessa yksityisellä puolella. (Haronen 2012.)

Vesihuoltolinjojen rakentamisessa yleisimmin käytetyt urakkamuodot ovat kokonaishintaurakka ja yksikköhintaurakka. Kokonaisvastuurakentaminen (KVR- urakka tai ST-urakka) sopii paremmin aluerakentamiseen, jossa urakoitsija vastaa koko infran suunnittelusta ja rakentamisesta. (Haronen 2012.)

2.2 Lainsäädäntö

2.2.1 Yleistä

Hygienian parantuminen ja terveydenhuollon tason nousu ovat suurimmaksi osaksi sanelleet ehdot veden käsittelylle ja jakamiselle. Tärkein asia vesihuollon järjestämisessä on kuitenkin riittävän vesimäärän järjestäminen käyttäjille. Jäteveden keräämisen ja käsittelyn tärkeys ymmärretään yhä paremmin etenkin suurissa kaupungeissa. Sen ansiosta jäteveden käsittelylle on asetettu yhä enenevässä määrin erilaisia vaatimuksia. (RIL 237-1 2010, 19)

Vesihuollon suunnittelua ja toimintaa ohjaamaan on säädetty lakeja, joista Vesilaki ja Vesihuoltolaki ovat tärkeimmät. Vesilaki käsittelee yleisesti veden hankintaa sekä jätevesien purkua pyrkien siihen, että veden ja vesiympäristön käytöstä aiheutuisi mahdollisimman vähäisiä haittoja. (Vesilaki 2011/587) Vesihuoltolain tarkoituksena on turvata sellainen vesihuolto, että kustannustehokkaasti on saatavilla riittävästi terveydellisesti moitteetonta talousvettä sekä terveyden ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärointi. (Vesihuoltolaki 2011/119)

Vesihuoltolaitoksen suunnittelua ja toimintaa ohjaavat lait sekä niiden tärkeimmät aihe-alueet vesihuollon suunnitteluun liittyen ovat:

- vesilaki (veden hankinta, jätevesien purku)
- pelastuslaki (sammutusvesi)
- valmiuslaki (kriisitilanteet)
- ympäristönsuojelulaki (ympäristöluvat, vedenottoaikkojen suojelu, purkuvesistöt)
- maankäyttö- ja rakennuslaki (kaavoitus)
- vesihuoltolaki (vesihuoltopalveluiden järjestäminen käyttäjille, kehittämissuunnitelma) (RIL 237-1 2010, 29)

Edellä mainittujen lakien säädöksiä noudattamista varmistamaan on olemassa viranomaislähteitä, kuten:

- ELY-keskus
- kunnan terveydensuojeluviranomainen
- kunnan ympäristösuojeluviranomainen. (RIL 237-1 2010, 46)

2.2.2 Tärkeimmät vesihuoltolinjojen suunnitteluun liittyvät lainkohdat

Vesijohdot ja viemärit voidaan lain puitteissa sijoittaa toisen alueelle tietyin ehdoin. Vesilain 27.5.2011/587 4 luvun 8 § mukaan ”Veden ottamista koskevassa päätöksessä voidaan antaa oikeus sijoittaa ottamista palveleva vesijohto toisen alueelle. Vesijohto on sijoitettava toisen alueelle siten, että siitä aiheutuva haitta jää mahdollisimman vähäiseksi. Vesijohdon kohdalla olevaa aluetta ei saa käyttää siten, että vesijohto saattaa vahingoittua tai sen kunnossapito kohtuuttomasti vaikeutuu. Vesijohdon sijoittamisesta muutoin kuin veden ottamista koskevan päätöksen yhteydessä, on voimassa, mitä maankäyttö- ja rakennuslain 161 a §:ssä säädetään. Mitä tässä pykälässä säädetään vesijohdosta, koskee myös johtoon liittyviä vähäisiä laitteita ja rakennelmia, vesijohdon kanssa samaan kaivantoon samanaikaisesti sijoitettavaa viemäriä ja muita veden ottamista tai jäteveden johtamista palvelevia johtoja.”

Vesilakia täydentämään on maankäyttö- ja rakennuslaissa 5.2.1999/132 21 luvussa 161 § todettu yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittamisesta seuraavaa ”Kiinteistön omistaja ja haltija on velvollinen sallimaan yhdyskuntaa tai kiinteistöä palvelevan johdon sijoittamisen omistamalleen tai hallitsemaalleen alueelle, jollei sijoittamista muutoin voida järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Sama koskee johtoihin liittyviä vähäisiä laitteita, rakennelmia ja laitoksia. Johtoa tai muuta laitetta ei saa rakentaa niin, että vaikeutetaan alueen kaavoitusta tai kaavan toteuttamista. Jollei sijoittamisesta ole sovittu kiinteistön omistajan ja haltijan kanssa, sijoittamisesta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Sijoittamisesta päätettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei kiinteistölle aiheuteta tarpeetonta haittaa. Sopimus 1 momentissa tarkoitettujen laitteiden sijoittamisesta sitoo myös kiinteistön uutta omistajaa ja haltijaa. Kiinteistön omistajalla ja haltijalla on oikeus saada korvaus 1 momentissa tarkoitetun johdon tai muun laitteen sijoittamisesta aiheutuvasta haitasta ja vahingosta. Jollei korvauksesta sovita, asia ratkaistaan lunastuslain mukaisessa järjestyksessä.”

Kuitenkin laitteita sijoittaessa on syytä muistaa, että vesihuoltolinjan omistaja ja haltija on velvollinen korvaamaan esimerkiksi vesijohdon vuodosta aiheutuneet edun menetykset kiinteistönomistajalle. Vesilaissa 27.5.2011/587 13 luvussa 3 § todetaan vesijohdon, viemärin tai muun sellaisen johdon tai tekeillä olevan laitteen tai rakennelman virheellisestä toiminnasta aiheutunut edunmenetys korvattavaksi, jos virheellinen toiminta ei johdu poikkeuksellisesta ulkopuolisesta syystä. Samassa kohdassa kuitenkin tähdennetään, että ”muu kuin omaisuus välittömästi kohdannut edunmenetys on korvattava kuitenkin vain, jos rakennelman tai laitteen omistaja tai haltija ovat menetelleet tahallisesti tai tuottamuksellisesti.”

Laki myös velvoittaa kunnan kehittämään vesihuoltoa alueellaan sekä laatimaan vesihuollon kehittämissuunnitelman. Vesihuoltolaissa 9.2.2001/119 2 luvussa 5 § kerrotaan, että ”Kunnan tulee kehittää vesihuoltoa alueellaan yhdyskuntakehitystä vastaavasti tämän lain tavoitteiden toteuttamiseksi sekä osallistua vesihuollon alueelliseen yleissuunnitteluun. Kunnan tulee yhteistyössä alueensa vesihuoltolaitosten kanssa laatia ja pitää ajan tasalla alueensa kattavat vesihuollon kehittämissuunnitelmat. Kehittämissuunnitelmia laatiessaan kunnan tulee olla riittävässä yhteistyössä muiden kuntien kanssa. Kehittämissuunnitelmassa tulee kiinnittää erityistä huomiota vesihuollon järjestämiseen alueilla, joilla on voimassa maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) tarkoitettu yleis-

tai asemakaava tai joilla yleis- tai asemakaavan laatiminen on vireillä sekä alueilla, joita koskevat ympäristönsuojelulain (86/2000) 19 §:n nojalla annetut ympäristönsuojelumääräykset.” Vesihuoltolaissa 9.2.2001/119 2 luvussa 6 § kerrotaan, että jos suurehkon asukasjoukon tarve tai terveydelliset tai ympäristönsuojelulliset syyt vaativat, niin kunnan tulee huolehtia siitä, että ”ryhdytään toimenpiteisiin tarvetta vastaavan vesihuoltolaitoksen perustamiseksi, vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen laajentamiseksi tai muun tarpeellisen vesihuollon palvelun saatavuuden turvaamiseksi.” Saman lainkohdan mukaan ennen toimiin ryhtymistä kunnan on varattava alueen kiinteistöjen omistajille ja haltijoille tilaisuus tulla kuulluiksi.”

3 SELVITYKSEN KOHTEET

3.1 Kohteiden valinta

Selvitykseen otettiin mukaan viisi vesihuoltohanketta, joihin oli tehty sekä yleissuunnitelma että toteutussuunnitelma. Selvityksen pääpaino oli AIRIX Ympäristö Oy:ssä tehtyjen suunnitelmien vertailu erityisesti yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä. Selvityksen kohteena olleista projekteista neljän kohteen molemmat suunnitelmat oli tehty AIRIX Ympäristö Oy:ssä, mutta kolmessa niistä oli tapahtunut suunnittelijan vaihdos yleissuunnittelun ja toteutussuunnittelun välillä. Yhdessä kohteessa sekä yleissuunnitelman että toteutussuunnitelman oli tehnyt sama henkilö. Vertailun syventämiseksi mukaan otettiin lisäksi yksi hanke, jossa yleissuunnitelma oli tehty kilpailevassa suunnittelutoimistossa. Yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman vertailun lisäksi kahden kohteen rakentajia haastatteleamalla pyrittiin selvittämään pitävätkö suunnitelmat paikkansa myös rakentamisvaiheessa vai joudutaanko suunnitelmia muuttamaan kesken rakentamisen.

Vertailussa kiinnitettiin erityistä huomiota vesihuoltolinjojen linjauksiin ja materiaaleihin sekä pumppaamojen ja teiden alituksien määrään. Eroavaisuuksia pyrittiin etsimään myös:

- pumppaamoiden paikoissa
- työmenetelmien määrissä
- paineviemärien pituuksissa
- viettoviemärien pituuksissa
- vesihuoltolinjojen pituuksissa
- putkien materiaaleissa
- putkien koissa.

Suunnitelmien perusteella oli hankalaa arvioida muutoksia perustamistavoissa ja kaivantojen syvyyksissä, sillä yleissuunnitelmassa ei vielä kiinnitetä näihin seikkoihin huomiota.

3.2.2 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitelma sisälsi teknisen ja taloudellisen tarkastelun Aarikkalan alueen liittämiseksi keskitetyn viemäröinnin piiriin. Samanaikaisesti on tarkasteltu keskitetyn vedenjakelun laajentamista niille kiinteistöille, jotka eivät ole vielä sen piirissä. Alueen yleissuunnitelma on laadittu Äetsän kunnan toimeksiannosta AIRIX Ympäristö Oy:ssä Tampereella 6.6.2005. (21153YV 2005.)

Yleissuunnitelma koostui kahdeksansivuisesta tekstiosuudesta sekä suunnitelmakartasta. Tekstiin on sisällytetty yleiskuvaus alueesta, alueen vesihuollon nykytilanne, suunnitteluperiaatteet, alustavat rakennuskustannukset ja arvioidut vesihuoltolinjojen pituudet. Suunnitelmakartta on laadittu mittakaavaan 1:5000, ja siinä on esitetty Aarikkalan alueen vesihuolto kolmeen eri alueeseen jaettuna: perusalue, lisäalue A ja lisäalue B. Tässä työssä käsitellään vain kartan perusalueen tietoja, sillä lisäalueista A ja B ei ole tehty toteutussuunnitelmia. (21153YV 2005.)

3.2.3 Toteutussuunnitelma

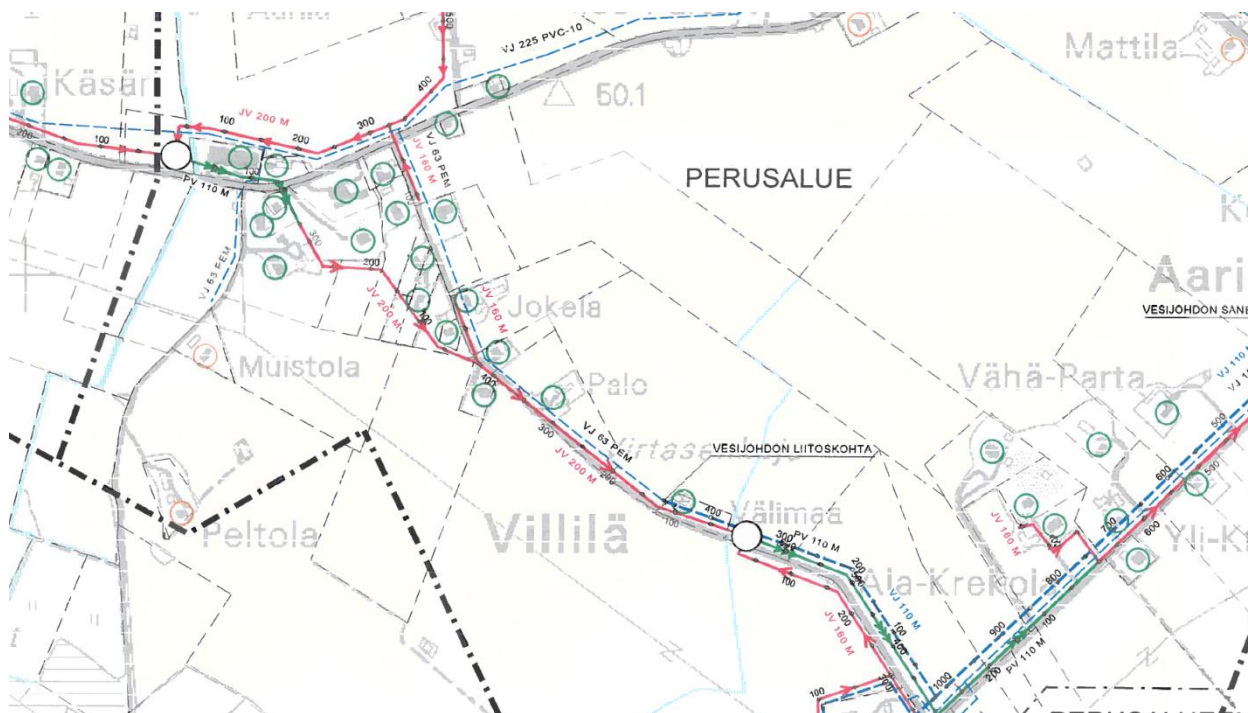
Toteutussuunnitelmassa esitettiin yksityiskohtaiset alueen rakentamissuunnitelmat ja se sisälsi maanrakennustöiden työselostuksen, linjakohtaiset kustannusarviot, yksityiskohtaiset koordinaatti- ja kaivoluettelot, suunnitelmakartat, pituusleikkaukset ja tyyppipiirustukset. Tässä työssä tarkastelu kohdistettiin enimmäkseen suunnitelmakarttoihin. Toteutussuunnitelma on laadittu Äetsän kunnan toimeksiannosta AIRIX Ympäristö Oy:ssä Tampereella 15.8.2006 aiemmin laaditun yleissuunnitelman pohjalta. Sekä yleissuunnitelma että toteutussuunnitelma on laadittu AIRIX Ympäristö Oy:ssä, mutta suunnitelmat on tehnyt eri suunnittelija. (21494 2006.)

3.2.4 Muutoksien tarkastelu

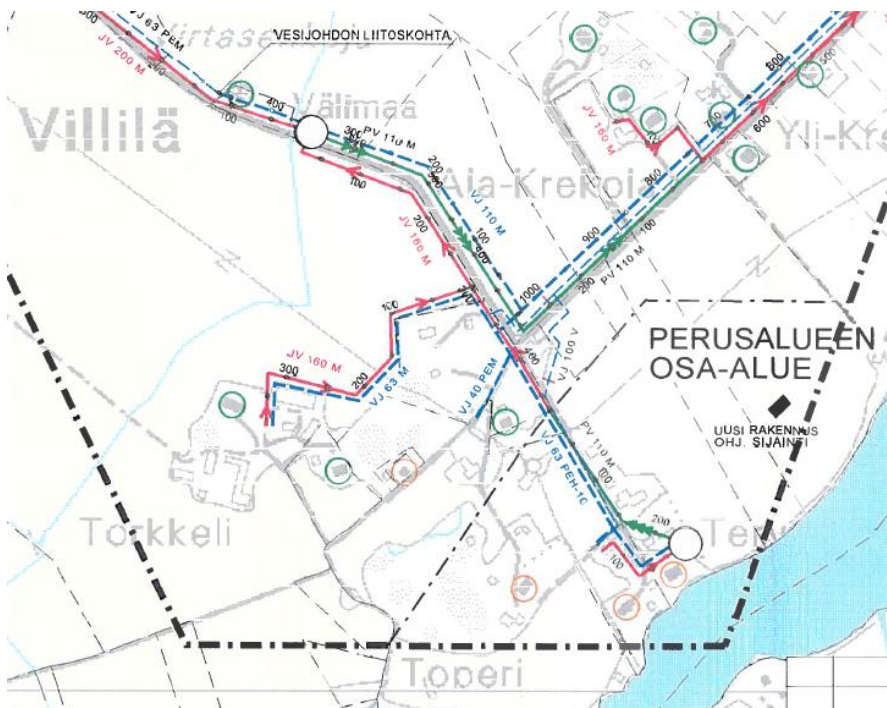
Tarkasteltaessa suunnitelmia voidaan heti nähdä joitain muutoksia, kuten linjapumppaamon siirtäminen, jopa puolen kilometrin päähän itään alkuperäiseltä yleissuunnitelmassa esitetyltä paikaltaan. Myös toinen linjapumppaamo on muutettu kahdeksi pie-

nemmäksi kiinteistöpumppaamoksi. Silmämääräisen tarkastelun perusteella voidaan myös huomata, että paineviemärin osuutta on huomattavasti lisätty ja linjauksia jonkin verran muutettu. Tien alitusten määrä on myös kasvanut seitsemästä kymmeneen. Seuraavassa on käsitelty näitä muutoksia hiukan yksityiskohtaisemmin.

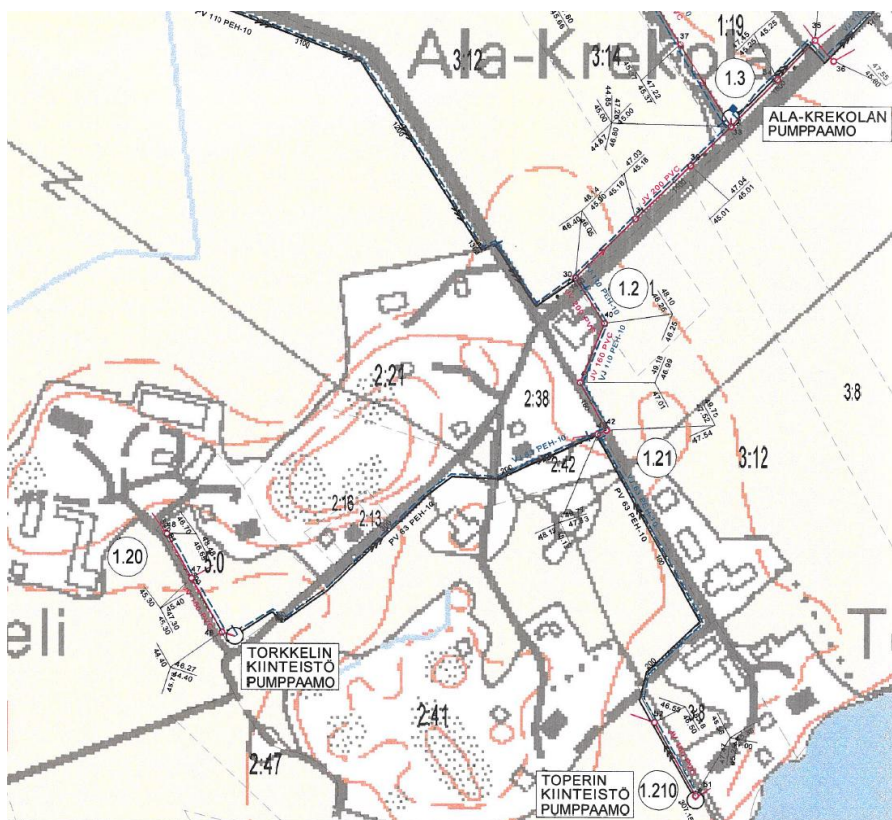
Linjapumppaamo päätettiin siirtää Välimaasta Ala-Krekolaan maastokäyntien jälkeen (kuvat 2 ja 3). Maastokatselmuksissa ja mittauksissa todettiin, ettei kuvissa 2 ja 3 näkyvää väliä 1. – 1.2. ole mahdollista toteuttaa viettoviemärillä maastonmuotojen takia. Samalla huomattiin, ettei yleissuunnitelmassa kaavailtu viettoviemäriyhteys Torkkelin alueelta Välimaan pumppaamolle ole mahdollinen. Liittyjien vähäisyyden vuoksi linjat oli myös kustannustehokkaampaa toteuttaa paineviemäröintinä (Oravainen 2012).



Kuva 2. Linjaväli 1.-1.2 on yleissuunnitelmassa esitetty rakennettavaksi viettoviemärillä (21153YV 2005.)



Kuva 4. Välimaan ja Toperin alueiden linjapumppaamoiden sijainti yleissuunnitelmassa (21153YV 2005.)



Kuva 5. Toteutussuunnitelmassa välimaan pumppaamo siirrettiin Ala-Krekolaan ja Toperin linjapumppaamon tilalle suunniteltiin kaksi kiinteistöpumppaamoa (21494YV 2006.)

Yksi syy tienalitusten määrän kasvuun oli Yli-Krekolan kohdalla toteutussuunnitelmaan ilmestynyt koukkaus 150 metrin matkalla tien toiselle puolelle. Tämäkin muutos tehtiin maastokäynnin havaintojen ja mittaustulosten jälkeen, kun todettiin maaston alkuperäisellä linjauksella olevan kivinen mäki. Tällainen vedenjakaja oli kustannusten puolesta perusteltua kiertää etenkin Ala-Krekolan pumppaamon mahdollistaessa paineviemäriin viettoviemäriin sijaan (Oravainen 2012).

Toteutussuunnittelun aikana vesihuoltolinjan yhteispituus kasvoi noin kuudella sadalla metrillä. Suurimmat muutokset olivat viettoviemäriin pituuden pienentyminen 3450 metrillä 2600 metriin ja paineviemäriin pituuden lisääntyminen 900 metrillä 2300 metriin (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Aarikkalan alueen yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman vertailu

	Yleissuunnitelma	Toteutussuunnitelma
Linjapumppaamot	3	2
Kiinteistöpumppaamot	0	2
Tienalitukset	7	10
Vesistöjen alitukset	0	0
Viettoviemäriin pituus	3450 m	2597 m
Paineviemäriin pituus	890 m	2334 m
Vesijohdon pituus	2150 m	2967 m
Kustannusarvio	400 000 €	408 000 €

Suurilta putkikoon ja materiaalien muutoksilta vältyttiin muilta osin. Arvioidut kustannukset olivat pysyneet kutakuinkin samoina huolimatta siitä, että linjan pituus kasvoi toteutussuunnitelmassa. Tämä johtui paineviemäriin linjan edullisemmista rakentamiskustannuksista sekä siirtymisestä kolmesta linjapumppaamosta, kahteen linjapumppaamoon ja kahteen pienempään kiinteistökohtaiseen pumppaamoon (kuvat 4 ja 5).

3.3 Selvityskohde 2

3.3.1 Yleistä kohteesta

Kannus on Keski-Pohjanmaan maakunnassa sijaitseva miltei kuuden tuhannen asukkaan kaupunki. Kannuksen kaupungin vesihuollosta vastaa vuonna 1946 perustettu Kannuksen vesiosuuskunta. Vuodesta 2009 viemärilaitoksen siirtyessä vesiosuuskunnalle se on ollut Kannuksen kaupungin yleinen vesi- ja viemärilaitos.

Kannuksen kaupungin alueelle on AIRIX ympäristön toimesta laadittu viemäriverkoston yleissuunnitelmat useille alueille samanaikaisesti vuonna 2009. Yleissuunnittelu on tehty seuraavista alueista:

- Kannuksen keskustaajama
- Raonhaan kaava-alue
- Kitinkankaan kaava-alue
- Yrjönmäki – Viljakkala
- Ylikannus
- Roikola
- Eskola – Leppilampi
- Välikannus.

Tässä opinnäytetyössä ei ollut tarkoituksenmukaista käsitellä näitä kaikkia tarkasti, vaan keskityttiin kuvassa 6 näkyvän Ylikannuksen alueen suunnitelmien tarkasteluun. (23133YV 2009.)



Kuva 6. Yleiskuva suunnittelualueesta (Google maps 2010.)

3.3.2 Yleissuunnitelma

Ylikannuksen alueen viemäroinnin yleissuunnitelma sisälsi sekä teknisen että taloudellisen tarkastelun alueen liittämiseksi keskitetyn viemäroinnin piiriin. Alue sijaitsee Kannuksen keskustan itäpuolella ja on suurelta osalta maa- ja metsätalousaluetta sekä harvaa asuntoaluetta. Merkittäviä teollisia vedenkäyttäjiä alueella ei ole. Nykytilanteessa alueen noin 110 kiinteistöä ovat keskitetyn vedenjakelun piirissä, mutta jätevedet on käsitelty pääsääntöisesti kiinteistökohtaisesti sakokaivoissa, joista vedet on johdettu maastoon. (23133YV 2009.)

3.3.3 Toteutussuunnitelma

Toteutussuunnitelmassa esitettiin yksityiskohtaiset alueen rakentamissuunnitelmat ja se sisälsi maanrakennustöiden työselostuksen, linjakohtaiset kustannusarviot, yksityiskohtaiset koordinaatti- ja kaivoluettelot, suunnitelmakartat, pituusleikkaukset ja tyyppipiirustukset. Tässä työssä tarkastelu kohdistettiin enimmäkseen suunnitelmakarttoihin. Toteu-

tussuunnitelma laadittiin Kannuksen vesiosuuskunnan toimeksiannosta AIRIX Ympäristö Oy:ssä Tampereella 15.1.2010 aluetta vastaavan yleissuunnitelman pohjalta. Toteutussuunnitelma laadittiin noin vuoden päästä yleissuunnitelman valmistumisesta ja tekijöinä toimivat saman toimiston eri suunnittelijat. Alueella ei suoritettu maaperätutkimuksia ja maastomittaukset tehtiin Kannuksen vesiosuuskunnan toimesta. (23133YV 2010.)

3.3.4 Muutoksien tarkastelu

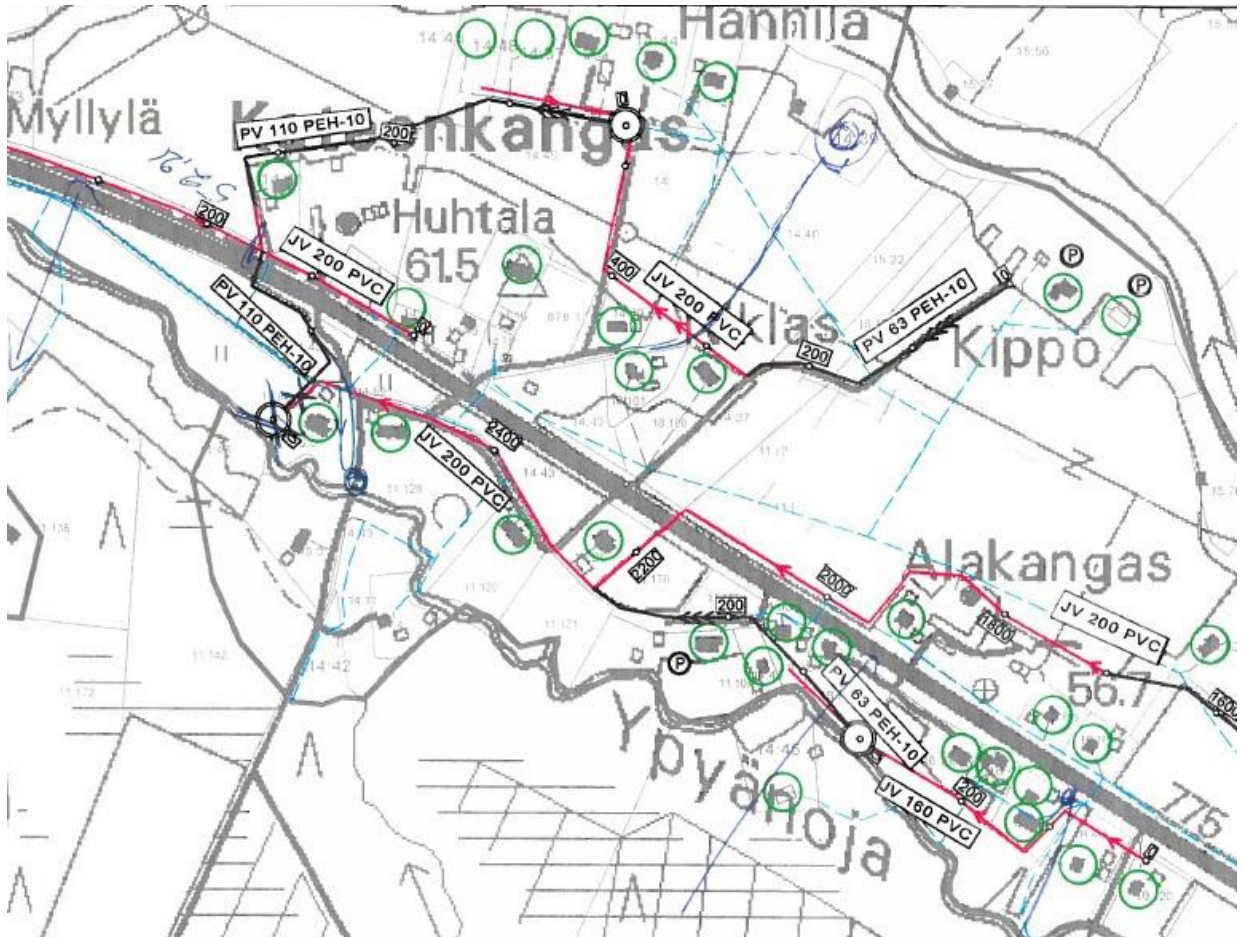
Suunnitelmien tarkastelussa todettiin useita muutoksia vertailtaessa alueen vesihuollon yleissuunnitelmaa toteutussuunnitelmaan. Linjapumppaamojen määrä oli vähentynyt kuudesta kahteen ja paineviemärin määrää oli lisätty. Samanaikaisesti kiinteistöpumppaamojen määrä oli kasvanut miltei kaksinkertaiseksi (taulukko 2). Myös pieniä muutoksia linjauksissa sekä putkien koissa sekä materiaaleissa oli havaittavissa. Linjoilla ei ollut suoritettu kairauksia, joten maaperästä johtuvia muutoksia suunnitelmissa ei esiintynyt. Maastomittaukset alueella tehtiin Kannuksen vesiosuuskunnan toimesta, eikä mitaustulosten perusteella suoraan tehty muutoksia suunnitelmiin. Seuraavissa kappaleissa käsitellään näitä muutoksia yksityiskohtaisemmin.

TAULUKKO 2. Ylikannuksen alueen yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman vertailu

	Yleissuunnitelma	Toteutussuunnitelma
Linjapumppaamot	6	2
Kiinteistöpumppaamot	17	30
Tienalitukset	10	7
Vesistöjen alitukset	1	1
Viettoviemärin pituus	7150 m	8380 m
Paineviemärin pituus	5070 m	2333 m
Vesijohdon pituus	0 m	6600 m
Kustannusarvio	510 000 €	1 113 000 €

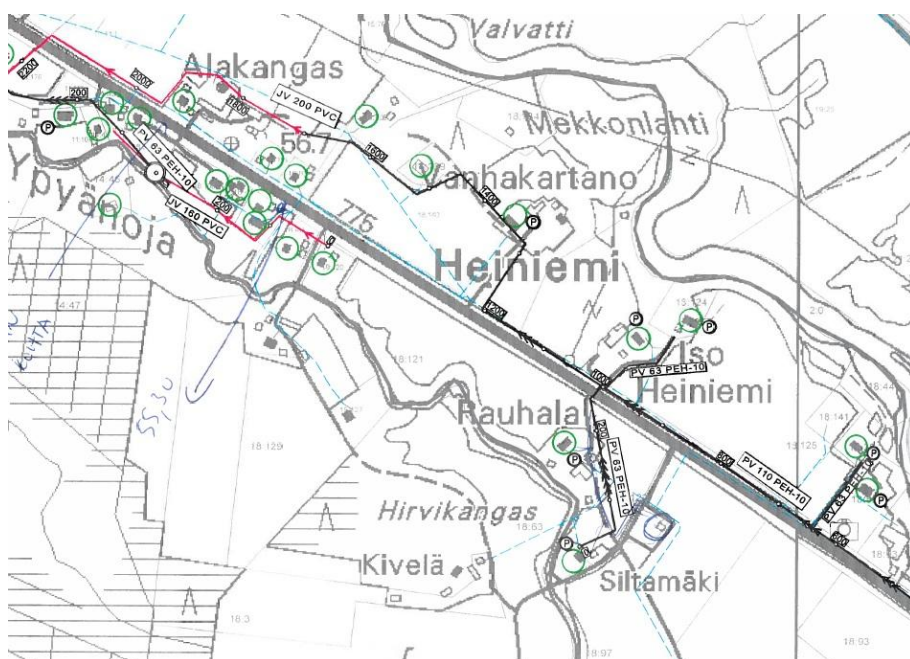
Linjapumppaamoiden määrän väheneminen johtui suunnittelijan mukaan suoraan tilaajalta tulleesta toiveesta toteuttaa mahdollisimman suuri osa linjasta viettoviemärillä. Muutosten oltua mahdollisia myös maastomittausten perusteella, suuri osa paineviemäristä muutettiin toteutussuunnitelmavaiheessa viettoviemäriksi, mikä mahdollisti pumppaamojen määrän karsimisen. Pumppaamoista kaksi muutettiin pienemmiksi kiinteistöpumppaamoiksi, mikä myös osaltaan selittää linjapumppaamojen vähenemistä kolman-

nekseen. Suunnitteluun on toteutussuunnitteluvaiheessa tilaajan toiveesta otettu mukaan vesijohdot, minkä vuoksi taulukossa 2 olevat yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman kustannusarviot eivät ole vertailukelpoisia. (Kamppari 2012.)

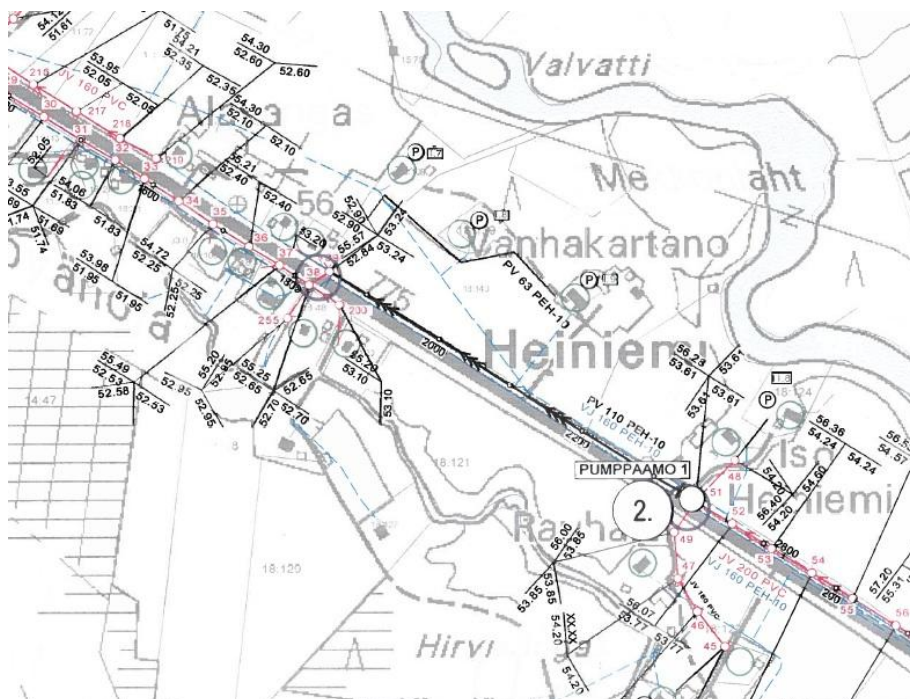


Kuva 7. Huhtalan ja Alakankaan alueiden viemäröinti yleissuunnitelmakartalla (23133YV 2009.)

Kuvissa 9 ja 10 näkyvä Alakankaan alue voitiin kokonaisuudessaan toteuttaa viettoviemäröintinä, mistä johtuen alueella sijainnut linjapumppaamo voitiin poistaa. Yleissuunnitelmassa viemäröinti suunniteltiin tehtäväksi tien molemmin puolin kiinteistöjen takaa, mutta toteutussuunnitteluvaiheessa todettiin tien viertä kulkevat linjaukset järkevämmäksi vaihtoehdoksi. Tämä aiheutti runkolinjaan yhden ylimääräisen tienalituksen, mutta selkeytti alueen viemäröinnin rakennetta ja helpotti rakentamista sekä tulevien mahdollisten korjaustöiden toteuttamista. Samassa yhteydessä Heiniemen alueella yleissuunnitelmassa peltojen poikki kulkeva paineviemäriosuus siirrettiin tien varteen (kuvat 9 ja 10).



Kuva 9. Yleissuunnitelmassa Heiniemen kohdalla paineviemäri vietiin vielä peltojen poikki (23133YV, 2009.)



Kuva 10. Toteutussuunnitelmassa Heinien kohdan paineviemäri siirrettiin kulkemaan tien vartta (23133YV, 2010.)

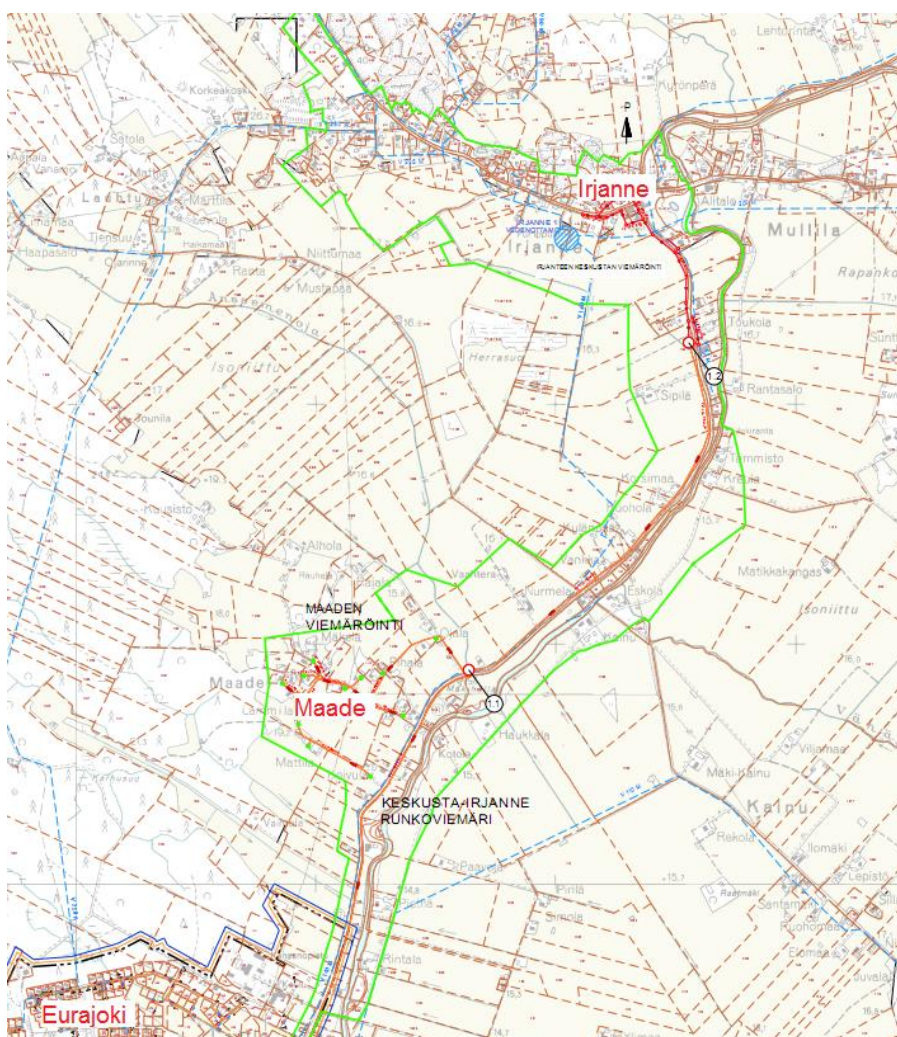
3.3.5 Rakentaminen

Näiden suunnitelmien toteuttaminen tehdään Kannuksen vesiosuuskunnan omana työnä, mutta rakentaminen oli vielä opinnäytetyön tekovaiheessa käynnissä, joten lopullisia kustannuksia tästä kohteesta ei ollut saatavilla. Kannuksen vesiosuuskunnan edustaja vastasi kuitenkin kysymyksiin ja kertoi linjojen rakentamisen tulevan 30 – 40 % edullisemmaksi kuin mitä toteutussuunnitelmien kustannusarvioissa arvioitiin. Aiempien jo rakennettujen alueiden kohdalla kustannuksien muutos oli ollut samaa luokkaa. Suunnitelmien paikkaansa pitävyyteen haastateltava oli muuten tyytyväinen ja kertoi ettei suurempia muutoksia suunnitelmiin ole tarvinnut tehdä, eikä varsinaisia virheitä suunnitelmissa ole esiintynyt. Pieniä linjamuutoksia oli rakennettaessa tehty maanomistajalupien takia ja pieniä painejohtolinjoja muutettu rakennettaessa viettoviemäreiksi. Painejohtojen muuttaminen viettoviemäreiksi johtui osuuskunnan yleisestä linjasta välttää kiinteistöpumppaamojen rakentamista. (Järvelä 2012.)

3.4 Selvityskohde 3

3.4.1 Yleistä kohteesta

Eurajoki on Satakunnan maakunnassa sijaitseva noin 6000 asukkaan kunta. Eurajoen kunnan kehittämissuunnitelman toimenpideohjelmassa on esitetty alueet, joille viemäröintiä on ollut tarkoitus laajentaa tulevaisuudessa. Tässä suunnitelmassa Irjanteen keskustan alue sekä Maaden alue on merkitty viemäröinnin tavoitteelliseen toiminta-alueeseen. Irjanteen keskusta on melko tiiviisti asuttu asuinalue, joka sijaitsee noin 5 kilometriä Eurajoen keskustasta pohjoiseen. Maaden alue sijaitsee Eurajoen keskustan ja Irjanteen puolivälissä ja on maastoltaan pääosin tasaista peltoa (kuva 11).



Kuva 11. Yleiskuva suunnittelualueesta (21787 2006.)

3.4.2 Yleissuunnitelma

Eurajoelle on vuonna 2006 AIRIX Ympäristö Oy:n Turun toimistossa laadittu Irjanteen ja Maaden alueiden viemäroinnin yleissuunnitelma. Yleissuunnitelman viemärilinjaukset tehtiin karttatarkastelun sekä silmämääräisen maastokatselmuksen perusteella. Maaperätutkimuksia ei yleissuunnitelman yhteydessä ollut tehty. (21787 2006.)

3.4.3 Toteutussuunnitelma

Irjanteen ja Maaden viemäroinnin rakentamissuunnitelma tehtiin Eurajoen kunnan toimeksiannosta AIRIX Ympäristön Turun toimipisteessä 13.7.2007. Toteutussuunnitelman aikana alueella suoritettiin paino- sekä tärykairauksia. Toteutussuunnitelma oli laadittu alle vuoden kuluttua yleissuunnitelman valmistumisesta ja molempien suunnitelmien laatijana on ollut sama suunnittelija. Toteutussuunnitelmaa tehdessä oli yleissuunnitelmasta poiketen Eurajoen Irjanteen ja Maaden kylien viemäroinnin lisäksi suunniteltu Irjanne – Eurajoen keskusta välisen runkolinjan varrella olevan haja-asutuksen mahdollinen liittäminen viemäriverkostoon. (21886 2007.)

3.4.4 Muutoksien tarkastelu

Muutoksia tarkasteltaessa huomattiin linjapumppaamojen määrän kaksinkertaistuneen yleissuunnitelmaan nähden sekä kiinteistöpumppaamojen määrän kasvaneen kahdestatoista jopa kolmeenkymmeneenkahdeksaan (taulukko 4). Myös tienalitusten ja vesistöjen alitusten määrät olivat lisääntyneet. Nämä muutokset olivat selitettävissä haja-asutuksen liittämällä viemärin runkolinjaan, mikä oli edellyttänyt jokaiseen liittyvään kiinteistöön omaa kiinteistökohtaista pumppaamoa sekä useaa tienalitusta ja neljää Eurajoen alitusta.

TAULUKKO 4. Irjanteen ja Maaden alueiden yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman vertailu

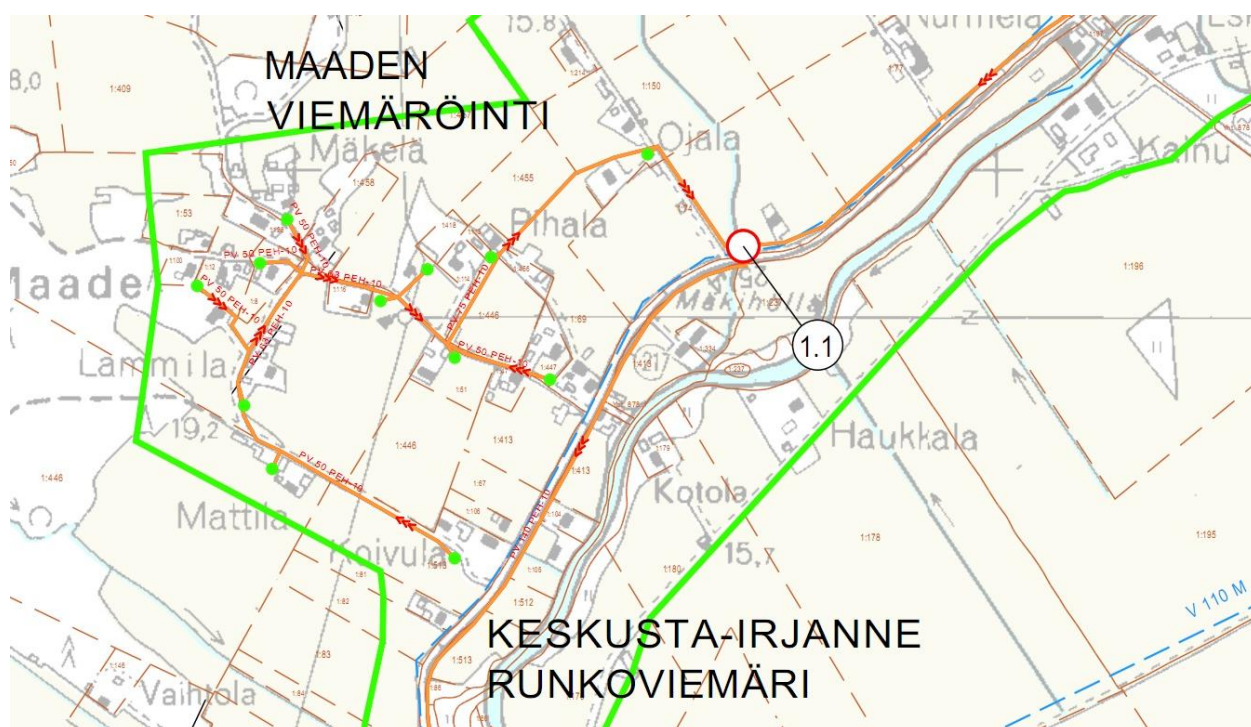
	Yleissuunnitelma	Toteutussuunnitelma
Linjapumppaamot	2	4
Kiinteistöpumppaamot	12	38
Tienalitukset	4	10
Vesistöjen alitukset	0	4
Viettoviemärin pituus	1400 m	1858 m
Paineviemärin pituus	6100 m	4926 m
Vesijohdon pituus	0 m	744 m
Kustannusarvio	395 000 €	720 000 €

Tarkastelemalla suunnitelmia lähemmin huomattiin Irjanteen keskustan alueen viemäröinnin muuttuneen varsin paljon yleissuunnitelmassa esitetyistä ratkaisuista. Alueelle jouduttiin suunnittelemaan jätevedenpumppaamo (kuvassa 13 pumppaamo 1) ja samalla kuvissa 12 ja 13 näkyvien viettoviemäreiden linjausta jouduttiin muuttamaan. Suunnittelijan mukaan tilaajan toiveiden perusteella yleissuunnitelmassa pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman paljon viettoviemäriä ja minimoimaan pumppaamojen määrät. Yleissuunnitelmaa tehdessä viettoviemäriinjat arvioitiin vesihuollon kehittämissuunnitelman perusteella, eikä niitä juuri muutettu yleissuunnitelmavaiheessa. Kuitenkin toteutussuunnitelman mittauksen perusteella havaittiin, että maaston muotojen takia kaikki yleissuunnitelman viettoviemärit eivät olleet toteuttamiskelpoisia. Suurin osa linjamuutoksista johtui kuitenkin siitä, että yleissuunnitteluvaiheessa tilaajalla ei ole ollut tiedossa, että alueella on viettoviemärin runkolinja, jota voitiin hyödyntää. (Pärnä 2012.)

Etelämmäksi siirryttäessä oli runkoviemärin varrella olevan pumppaamon (kuvassa 13 pumppaamo 2) paikkaa jouduttu muuttamaan noin sadan metrin verran pohjoiseen. Mikä johtui suunnittelijan mukaan maaston tasaisuudesta, koska jos pumppaamo olisi viety yleissuunnitelman mukaiseen paikkaan, putket olisi jouduttu rakentamaan niin syväälle, ettei se olisi ollut järkevää. (Pärnä 2012.)

Kuva 13. Irijanteen keskustan viemäröinti toteutussuunnitelmakartalla (21886 2007.)

Maaden alueella viemäröinti toteutettiin yleissuunnitelmassa kokonaan paineviemäröinnillä, mutta toteutussuunnitelmassa päädyttiin kuitenkin siirtämään linjapumppaamon paikkaa siten, että alueelta oli mahdollista johtaa usean kiinteistön jätevedet viettoviemäreiden avulla pumppaamolle. Ratkaisun ansiosta alueella saatiin vähennettyä kiinteistöpumppaamojen määrä neljästätoista pumppaamosta kahteen (kuvat 14 ja 15). Suunnittelija kertoi viettoviemäröinnin olleen tilaajan vaatimus toteutussuunnitelmaa tehdessä, joten vanha kiinteistökohtaiseen paineviemäröintiin perustuva yleissuunnitelman ratkaisu oli täytynyt muuttua. Alueen yhteyteen lisätyt kaksi tien alitusta ja yksi joen alitus olivat seurausta päätöksestä haja-asutuksen liittämisestä viemärin runkolinjaan. (Pärnä 2012.)



Kuva 14. Maaden alueen viemäröinti yleissuunnitelmakartalla (21787 2006.)



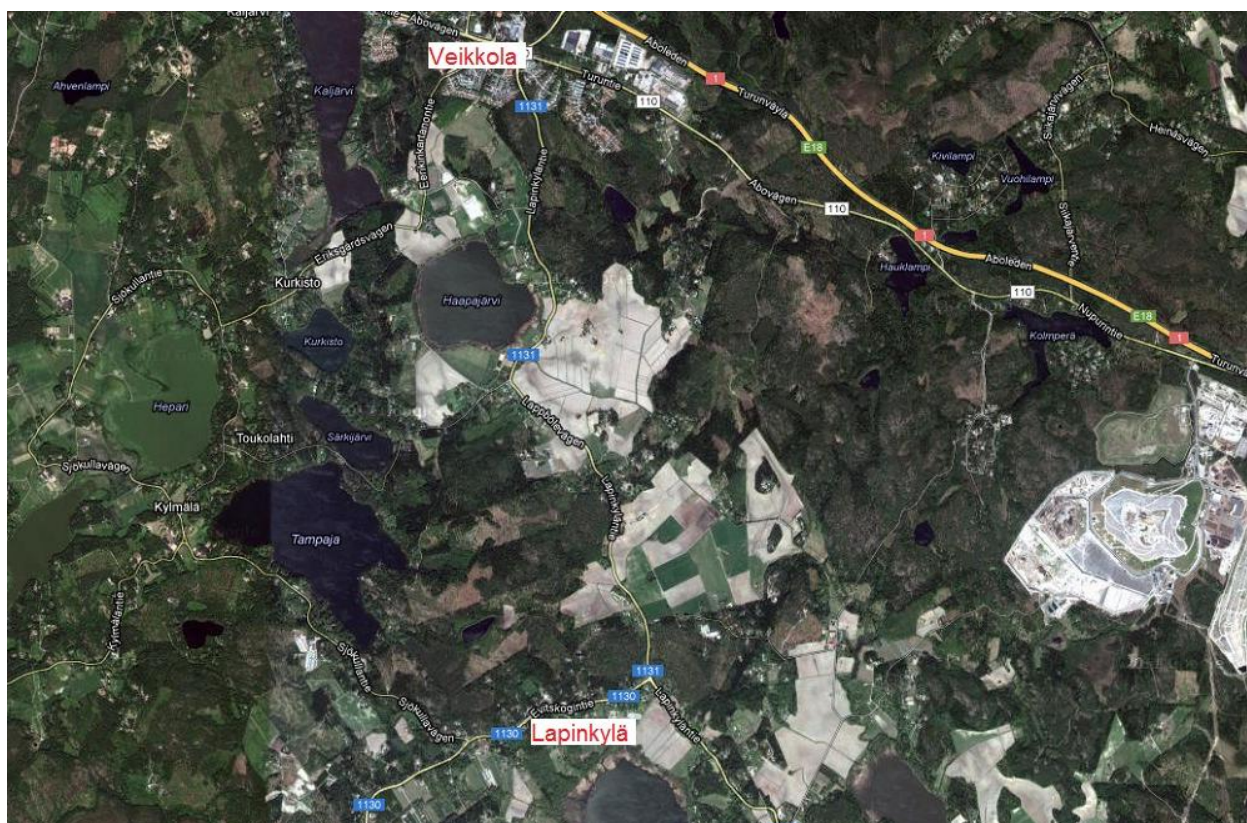
Kuva 15. Maaden alueen viemärointi toteutussuunnitelmakartalla (21886 2007.)

Runkolinja jatkuu Maaden alueelta vielä puolentoista kilometrin verran kohti Eurajoen keskustaa ja liittyy siellä Eurajoen kunnan vesijohto- ja viemäriverkkoon. Tämän matkan linja piirrettiin yleissuunnitelmassa kulkemaan tien oikealla puolella, mutta kuitenkin toteutussuunnitelmaan linjaus on siirretty tien vasemmalle puolen huolimatta siitä, että oikealla puolella olisi ollut enemmän linjaan liittyviä kiinteistöjä. Suunnittelijan mukaan yleissuunnitelmassa runkolinja vietiin tien itäpuolta siksi, että siellä sijaitsee yksittäisiä kiinteistöjä enemmän kuin länsipuolella, jolloin niiden liittäminen tulevaisuudessa runkolinjaan kiinteistökohtaisilla pumppaamoilla tulee olemaan helpompaa. Toteutussuunnitelmavaiheessa työn toimeksiannon laajentuessa käsittämään koko tien itäpuolen viemäroinnin suunnittelun, havaittiin viisaammaksi pitää runkolinja koko matkan samalla puolella ja liittää itäpuolen kiinteistöt runkoon erillisten kiinteistökohtaisten paineviemärijärjestelmien avulla. (Pärnä 2012.)

3.5 Selvityskohde 4

3.5.1 Yleistä kohteesta

Kirkkonummi on Uudellamaalla sijaitseva 37 000 asukkaan kunta. Kunta on vuosina 2008 ja 2011 teettänyt konsulttitoimistoilla kuvassa 16 näkyvän Lapinkylän ja Veikkolan välisen siirtoviemäriinlinjan suunnittelun.



Kuva 16. Yleiskuva suunnittelualueesta (Google maps 2010.)

3.5.2 Yleissuunnitelma

Kirkkonummen kunnan tilauksesta on SITO Oy:ssä 30.9.2008 tehty yleissuunnitelma Lapinkylä – Veikkola välisestä vesihuollon siirtolinjasta. Yrityksistä huolimatta yleissuunnitelmasta ei onnistuttu löytämään suunnitelmaselostusta, joten vertailun toteuttaminen oli joiltakin osilta haasteellisempaa ja esimerkiksi kustannusarvioita ei tämän projektin kohdalla voitu vertailla. Muut tiedot taulukkoon 4 mitattiin tai laskettiin yleissuunnitelmakartalta.

3.5.3 Toteutussuunnitelma

Toteutussuunnitelmassa esitettiin yksityiskohtaisemmat alueen rakentamissuunnitelmat ja se sisälsi maanrakennustöiden työselostuksen, linjakohtaiset kustannusarviot, yksityiskohtaiset koordinaatti- ja kaivoluettelot, suunnitelmakartat, pituusleikkaukset ja tyyppiirustukset. Tässä työssä tarkastelu kohdistettiin enimmäkseen suunnitelmakarttoihin. Se oli tehty AIRIX Ympäristö Oy:n Turun toimistossa 28.4.2011. Suunnitelmien välissä on ollut kolme vuotta ja suunnittelu on ollut eri suunnittelutoimistojen tehtävänä. Toteutussuunnitelmaa tehdessä linjalta on mitattu maastomalli ja tehty sekä täry- että painokairauksia. (24587_20 2011.)

3.5.4 Muutoksien tarkastelu

Suunnitelmia tarkasteltaessa huomattiin, ettei yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä ole tapahtunut erityisen suuria muutoksia. Linjapumppaamoiden määrä oli pysynyt samana ja linjaus pidettiin miltei koko matkan samalla puolen tietä kuin yleissuunnitelmavaiheessa oli ajateltu. Jo yleissuunnitelmaa tehdessä päätettiin selvästi pyrkiä siihen, ettei linjaan liittyjien tarvitse rakentaa kiinteistökohtaisia pumppaamoja vaan jätevedet kerätään viettoviemärein ja kootaan aina kullakin alueella sijaitsevalle linjapumppaamolle. Tämä ratkaisu pystyttiin säilyttämään myös toteutussuunnitelmaa tehdessä tarkempien maastomittaustenkin jälkeen. Suunnittelija kertoi linjamuutosten vähäisen määrän johtuneen pitkälti siitä, että linjausvaihtoehdot alueella ovat rajalliset ja että Lapinkyläntie oli pitkälti määrittänyt linjauksen sijainnin. (Pärnä 2012.)

TAULUKKO 4. Lapinkylä – Veikkola välisen siirtolinjan yleissuunnitelman ja toteutus-suunnitelman vertailu

	Yleissuunnitelma	Toteutussuunnitelma
Linjapumppaamot	3	3
Kiinteistöpumppaamot	0	0
Tienalitukset	3	2
Vesistöjen alitukset	0	0
Viettoviemärin pituus	3 300 m	2 425 m
Paineviemärin pituus	5 500 m	3 111 m
Vesijohdon pituus	5 000 m	4 965 m
Kustannusarvio	Ei saatavilla	943 700 €

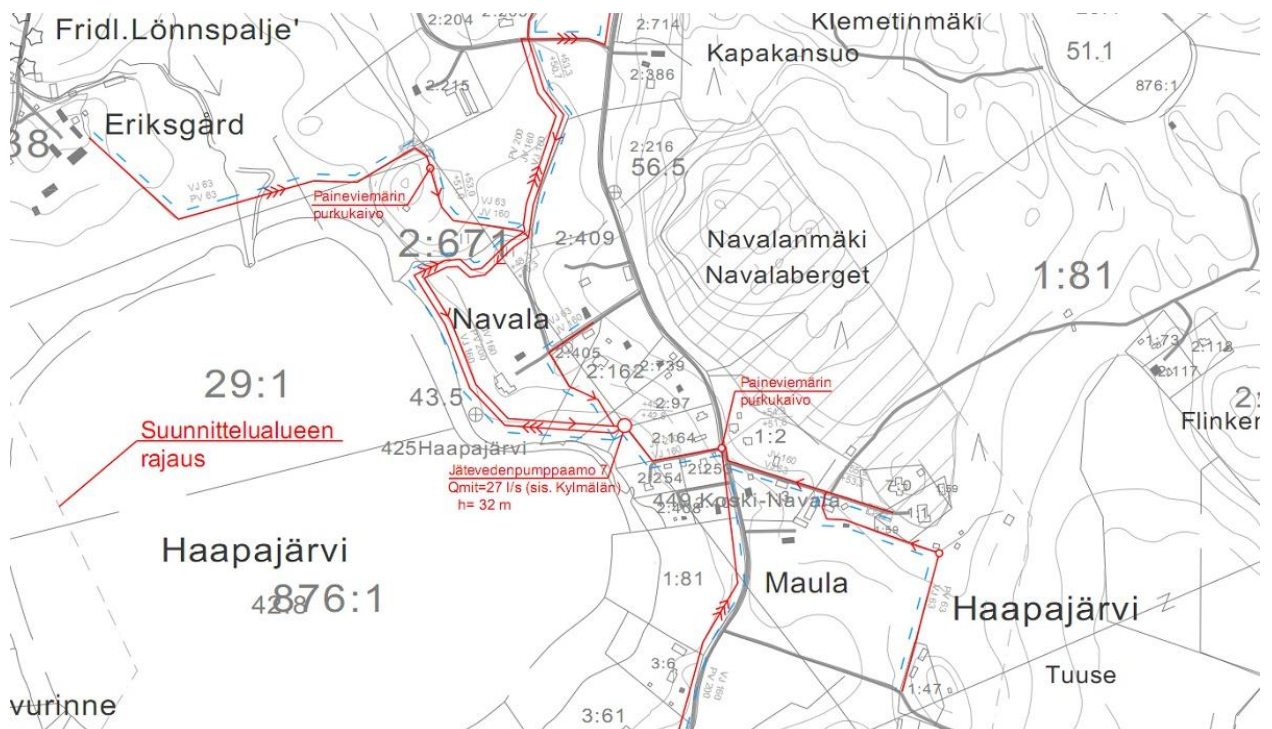
Pumppaamot olivat säilyneet yleissuunnitelmassa ehdotetuilla paikoillaan ja teidenalitusten määräkin voitiin pitää minimissä. Viettoviemärin ja paineviemärin pituudet vähentyivät toteutussuunnitelmavaiheessa, mikä johtuu karttatarkastelun perusteella joidenkin alueiden viemäroinnin poisjättämisestä toteutussuunnitelmaa tehdessä.

Muutoksia suunnitelmien välillä tapahtui Navalan alueella ja Malmgårdin kohdalla. Navalan alueella toteutussuunnitelmassa voitiin linjaus viedä suorempaa reittiä kuin yleissuunnitelmassa (kuvat 18 ja 19). Suunnittelija ei ollut nähnyt yleissuunnitelmassa esitellylle linjaukselle mitään syytä. Maastokatselmuksen perusteella se olisi ollut erittäin vaikea rakentaa ja niin pitkän viettoviemärin tekemien olisi ollut erittäin hankalaa, koska Eriksgårdin -linjan liittymiskohdassa on syvä oja. (Pärnä 2012.)

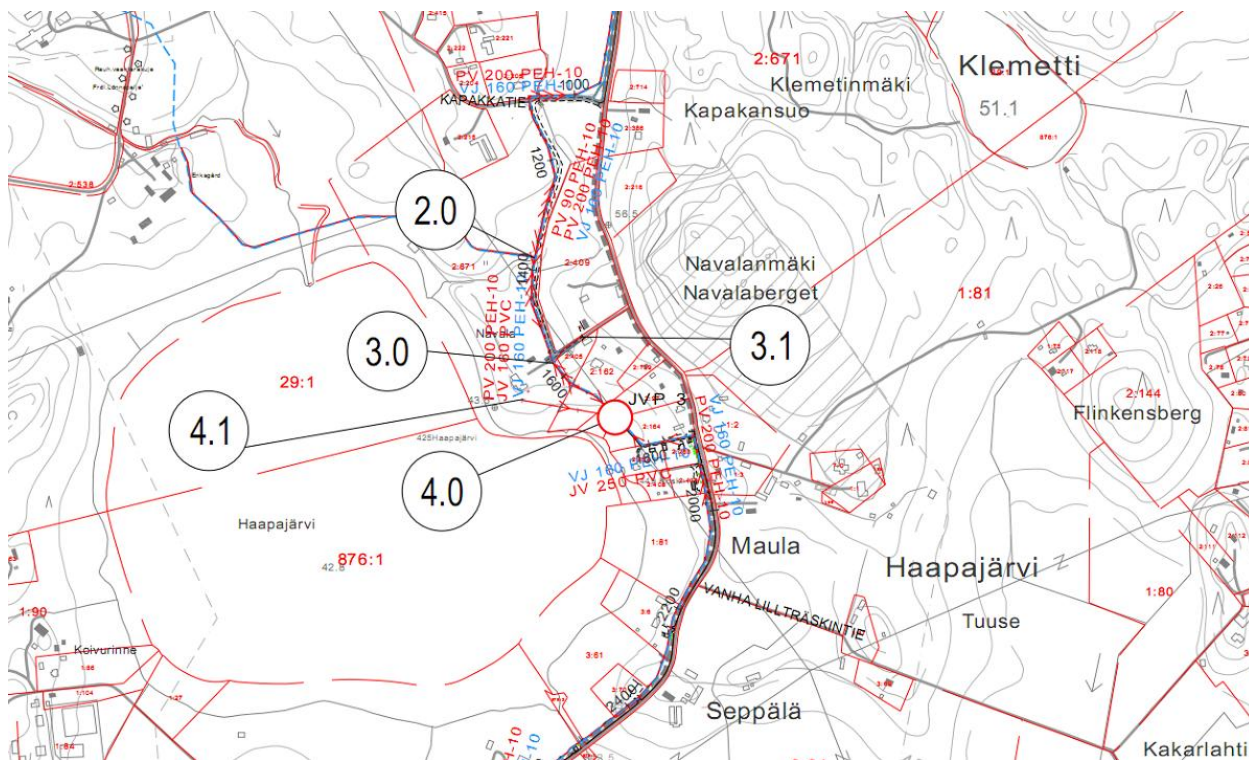
Malmgårdin kohdalla runkolinja päätettiin viedä 400 metrin matkan toisella puolen tietä (kuvat 20 ja 21). Suunnittelijan mukaan yleissuunnitelmassa linja oli jostain syystä viety suoraan hautausmaan läpi. Hautausmaan aita on kiinni pyörätiessä, joten mihinkään ojan luiskaan linjan sijoittaminen ei ollut tullut kysymykseen. Hautausmaa jatkuu myös tien toisella puolella, mutta siellä on kuvan 17 mukainen viherkaista, jolle linja oli mahdollista sijoittaa. (Pärnä 2012.) Muilta osin suunnitelmat vastaavat hyvin paljon toisiaan.



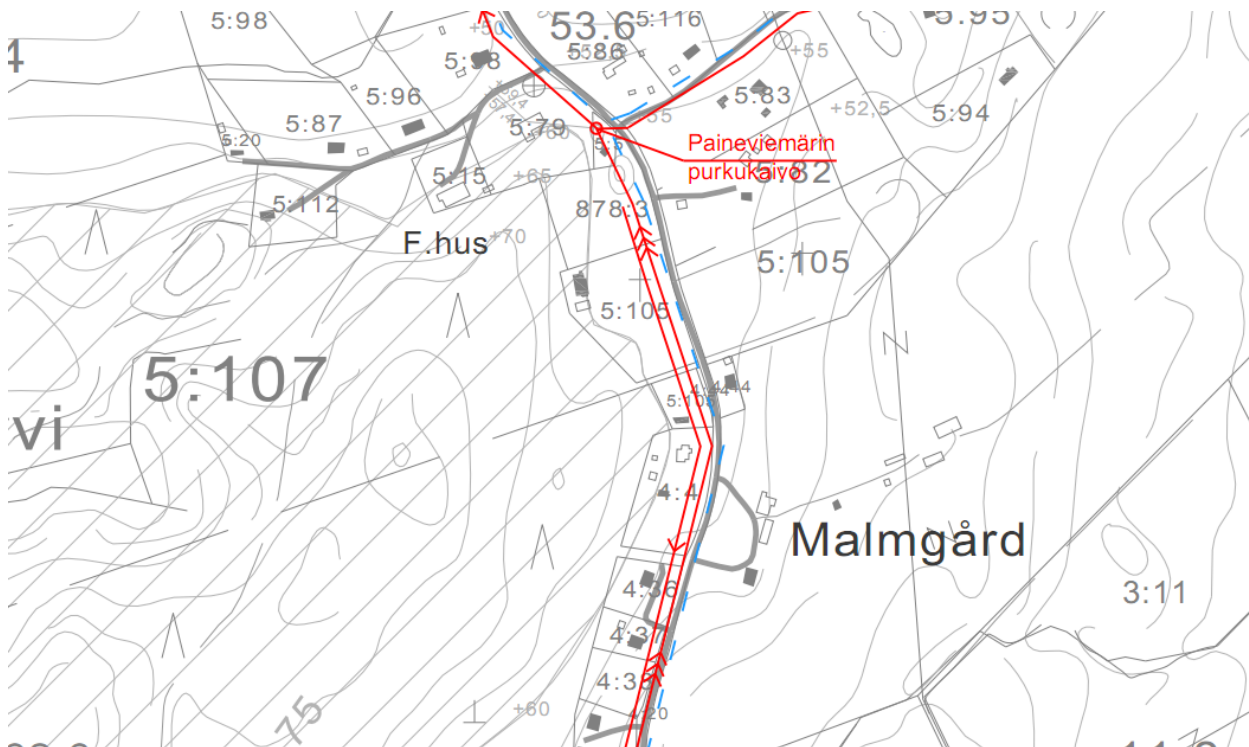
Kuva 17. Kuva Kirkkonummen vesihuoltolinjasta hautausmaan kohdalta. Kuvassa vasemmalla yleissuunnitelmassa esitetty linjan reitti ja oikealla näkyy viherkaista, jolle linja sijoitettiin. (Google maps 2010.)



Kuva 18. Navalan alueen viemärointi yleissuunnitelmakartalla (SITO Oy 2008.)



Kuva 19. Navalan alueen viemäröinti toteutussuunnitelmakartalla (24587_20 2011.)



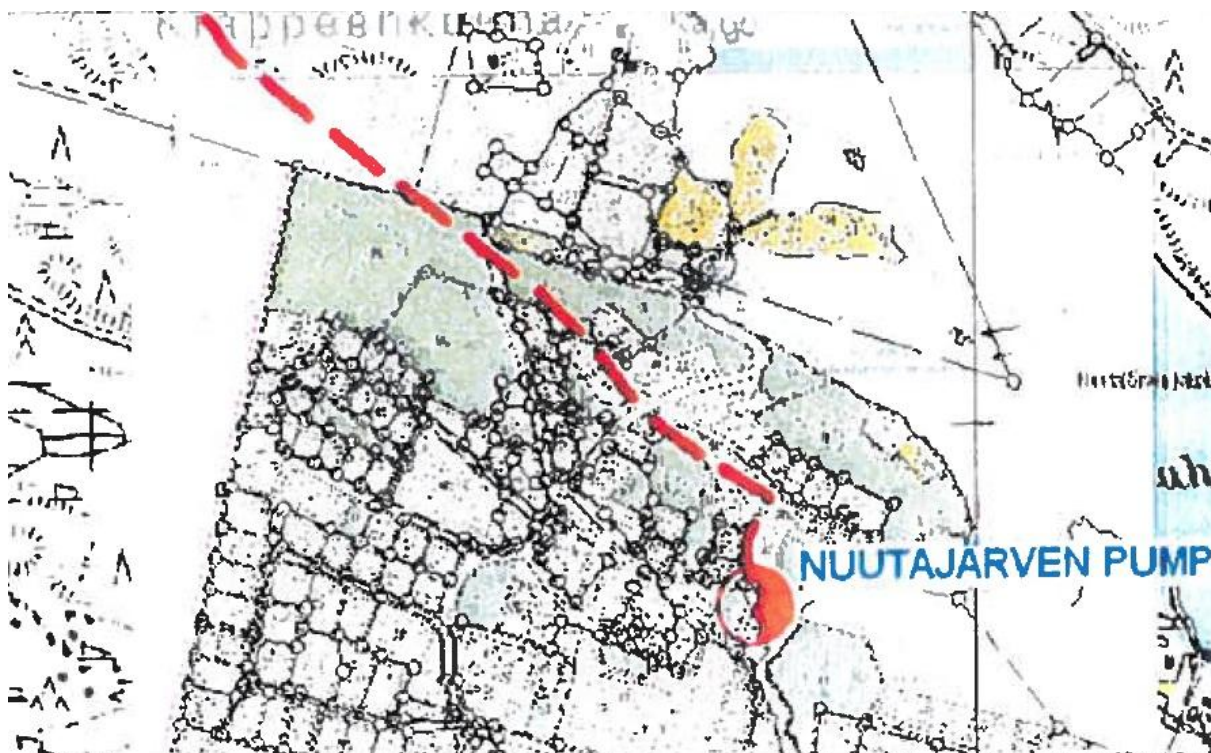
Vuonna 2010 AIRIX Ympäristö Oy:ssä suunnittelu aloitettiin tarkastamalla vuoden 1998 yleissuunnitelma ja laatimalla siitä kolme kuukautta ennen toteutussuunnittelun aloittamista uusi, tarkempi yleissuunnitelmakartta. Tässä työssä oli tästä syystä vertailun kohteena sekä alkuperäinen Maa- ja Vesi Oy:n laatima yleissuunnitelma että tarkistettu AIRIX Ympäristössä laadittu yleissuunnitelma. (Oravainen 2012.)

3.6.3 Toteutussuunnitelma

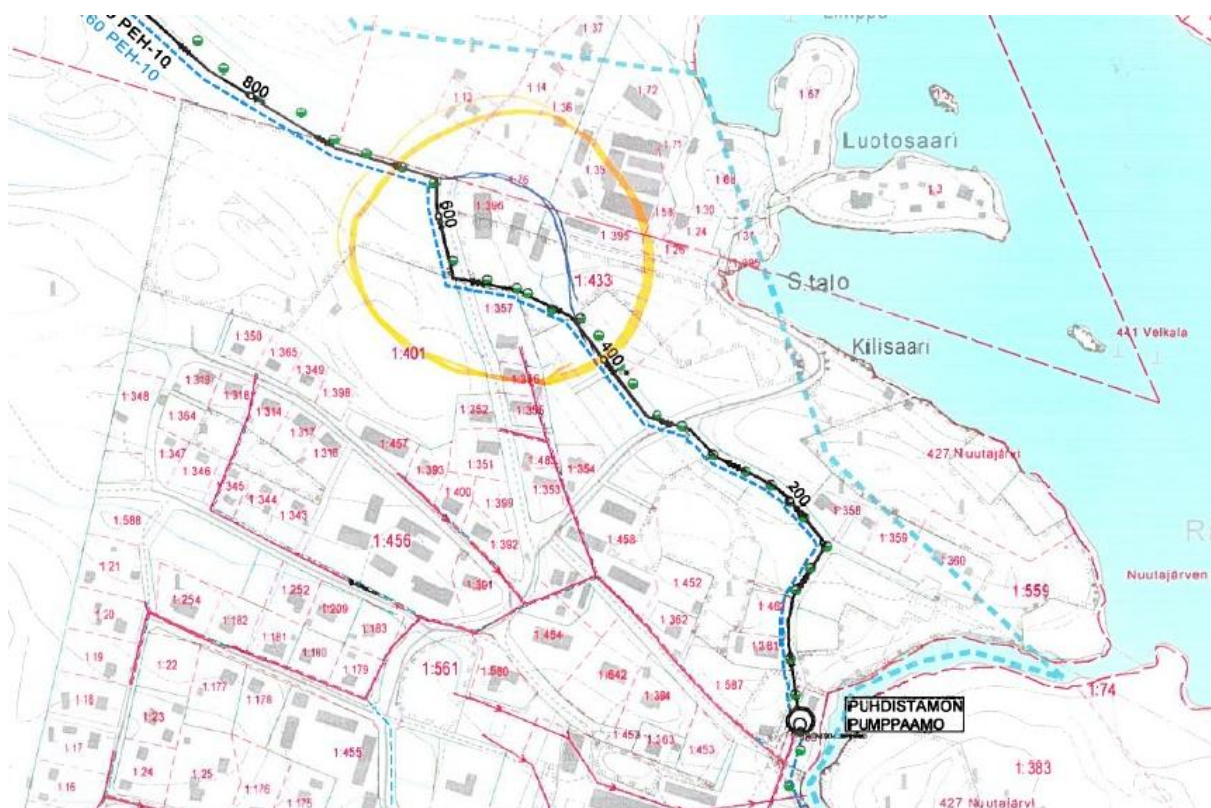
Toteutussuunnitelmassa esitettiin yksityiskohtaisemmat alueen rakentamissuunnitelmat ja se sisälsi maanrakennustöiden työselostuksen, linjakohtaiset kustannusarviot, yksityiskohtaiset koordinaatti- ja kaivoluelletot, suunnitelmakartat, pituusleikkaukset ja tyyppipiirustukset. Tässä työssä tarkastelu kohdistettiin enimmäkseen suunnitelmakarttoihin. Toteutussuunnitelma laadittiin AIRIX Ympäristö Oy:ssä kolme kuukautta yleissuunnitelman tarkistuksen jälkeen. Toteutussuunnitelman oli laatinut eri suunnittelija kuin yleissuunnitelman tarkistuksen. Alueella suoritettiin suunnittelun aikana kairauksia ja mittauksia suunnittelijan toimesta sekä maatulkuutus ulkopuolisen urakoitsijan tekemänä. (23819 2010.)

3.6.4 Muutoksien tarkastelu

Muutoksien tarkastelu aloitettiin vertaamalla Maa- ja Vesi Oy:n tekemää yleissuunnitelmaa AIRIX Ympäristössä tarkastettuun yleissuunnitelmaan. Suunnitelmat olivat säilyneet hyvin samankaltaisina huolimatta 12 vuoden välistä suunnitelmien laadinnassa. Suurimmat muutokset oli tehty linjan Nuutajärven päähän, jossa suunnitelmien välisenä aikana alueelle tehty asemakaava oli määrittänyt uudelleen linjausta. Kuvissa 23 ja 24 näkyy kuinka linjaus siirrettiin kulkemaan uuden kaavan määrittämän kadun viertä ensimmäiset 400 metriä. Paalujen 400 ja 600 väli siirrettiin kulkemaan kiinteistörajaa myöden maanomistajan pyynnöstä. Muilta osin näiden suunnitelmien välillä ei ollut tapahtunut muutoksia.



Kuva 23. Viemärin linjaus Nuutajärven alueella vuonna 1998 tehdystä yleissuunnitelmakartasta (Maa ja Vesi Oy 1998.)



Kuva 24. Viemärin linjaus Nuutajärven alueella vuonna 2010 tarkistetulla yleissuunnitelmakartalla (23819 2010.)

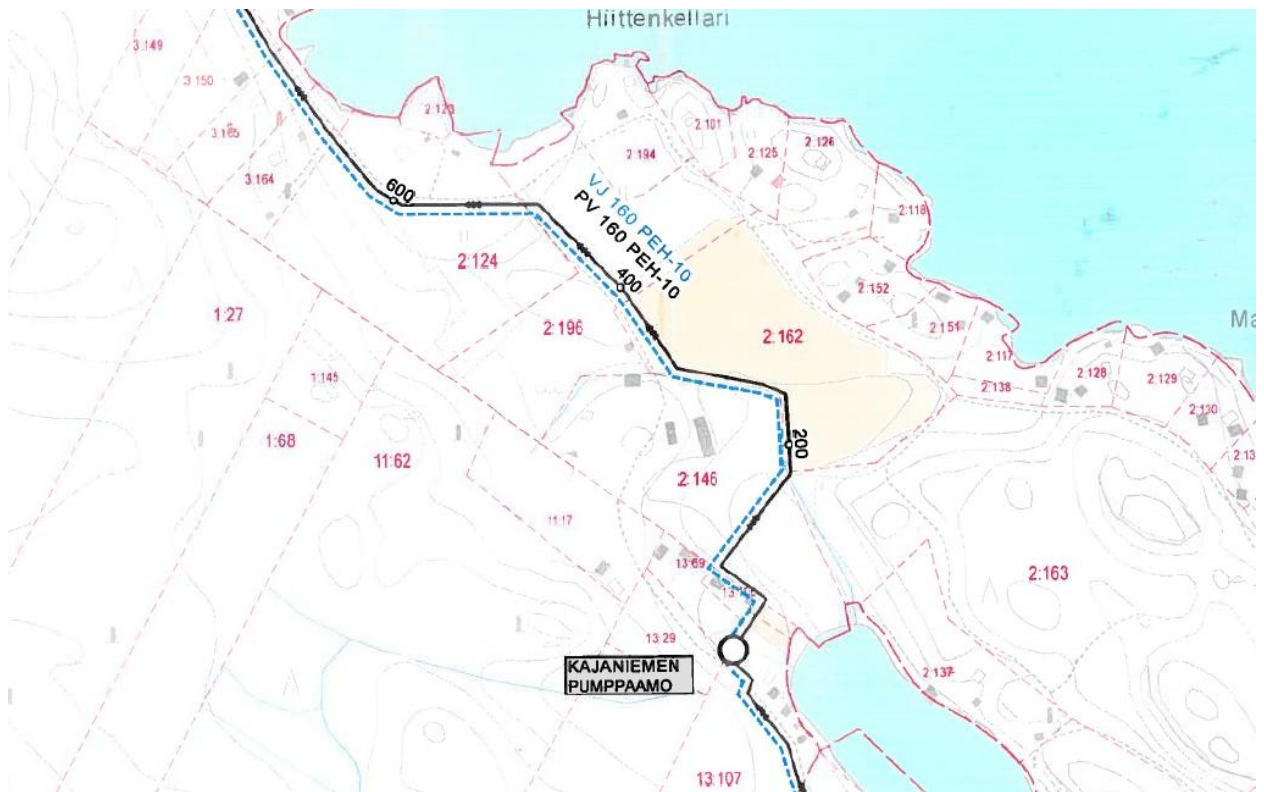
Vertailtaessa tarkastettua yleissuunnitelmaa toteutussuunnitelmaan oli syytä ottaa huomioon suunnitelmien käytännössä syntyneen saman työn yhteydessä, suunnittelijan ollessa kuitenkin eri molemmissa vaiheissa. Oheisesta taulukosta 5 nähdään, ettei linjalle oltu tehty suuria muutoksia. Viettoviemärin määrää ei ollut juurikaan lisätty ja paineviemärin pituuden kasvaminen oli selitettävissä kiinteistöjen liittämisen vaatiman rinnakkaisviemärin lisäämisellä suunnitelmiin. Myöskään kiinteistöpumppaamoita ei ollut otettu huomioon yleissuunnitelmaa tehtäessä. Valitettavasti tämän projektin yleissuunnitelman kustannusarviota ei ollut saatavilla vertailuun.

TAULUKKO 5. Urjalan kunnan Nuutajärven siirtoviemärin yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman vertailu

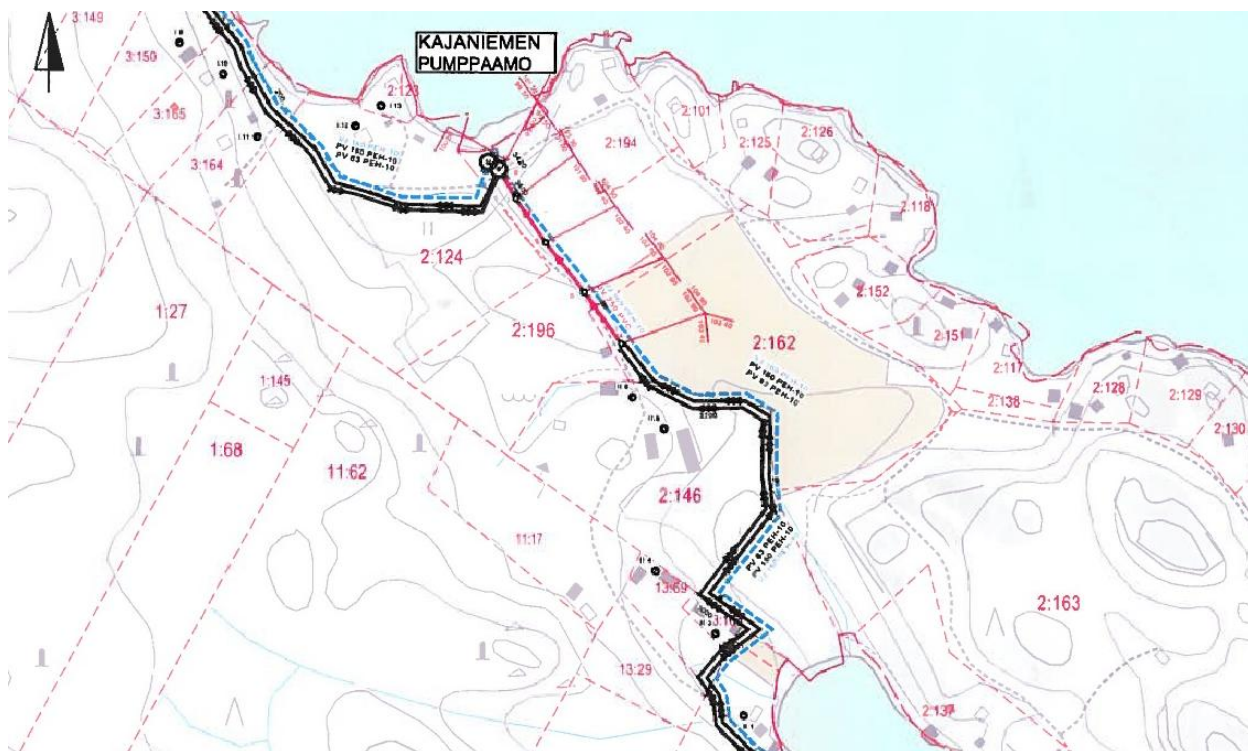
	Yleissuunnitelma	Toteutussuunnitelma
Linjapumppaamot	2	2
Kiinteistöpumppaamot	0	16
Tienalitukset	0	0
Vesistöjen alitukset	0	0
Viettoviemärin pituus	0 m	180 m
Paineviemärin pituus	4200 m	5710 m
Vesijohdon pituus	4200 m	4 385 m
Kustannusarvio	Ei saatavilla	800 000 €

Kun suunnitelmakarttoja tarkasteltaessa edettiin Nuutajärven pumppaamolta leirintäaluetta kohti, huomattiin ensimmäisenä muutos linjauksessa noin 500 paalun kohdalla (kuvat 25 ja 26). Suunnittelijan mukaan linjamuutos tehtiin vanhan lasitehtaan aikaisen kaatopaikan sijaitessa yleissuunnitelmassa esitetyllä linjauksella. Kaatopaikan läpi vievä putkilinja olisi voinut tulla huomattavastikin kalliimmaksi kuin linjan siirtäminen kulkemaan tontin läpi. Maanomistajaneuvotteluiden onnistuttua sovittiin linjan sijoittamisesta tontin keskelle kasvihuoneiden väliin. (Tuukkanen 2012.)

Toinen merkittävä muutos tehtiin linjan keskivaiheilla, jossa pumppaamo siirrettiin kuvissa 27 ja 28 näkyvällä tavalla pohjoisemmaksi. Pumppaamon paikkaa vaihdettiin täysin maanomistajien vaatimuksista johtuen. Maaston perusteella yleissuunnitelmassa esitetty paikka olisi parempi sen ollessa keskemällä linjaa ja siten rasituksen jakaantuessa pumppaamoille tasaisemmin. (Tuukkanen 2012.)



Kuva 27. Pumppaamon sijainti vuonna 2010 tarkistetulla yleissuunnitelmakartalla (23819 2010.)

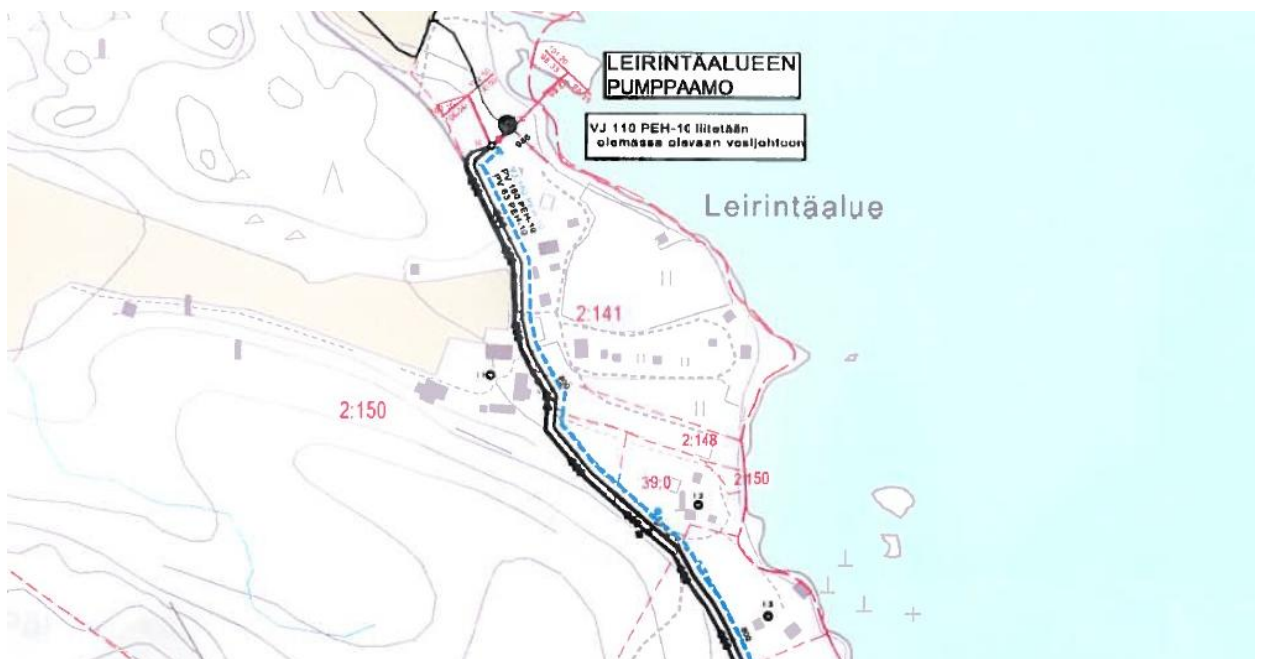


Kuva 28. Pumppaamon sijainti toteutussuunnitelmakartalla (23819 2010.)

Lisäksi yleissuunnitelmassa linjan loppupäässä esitetty reitti leirintäalueen läpi muutettiin toteutussuunnitelmaan kulkemaan tienviertä leirintäalueen omistajan toivomuksesta. Omistaja ei halunnut tontin keskelle rasitetta vesihuoltolinjasta sillä perusteella, että jos leirintäalueen toiminta joskus päättyy, siitä voisi olla haittaa alueen käytölle (kuvat 29 ja 30). (Tuukkanen 2012.)



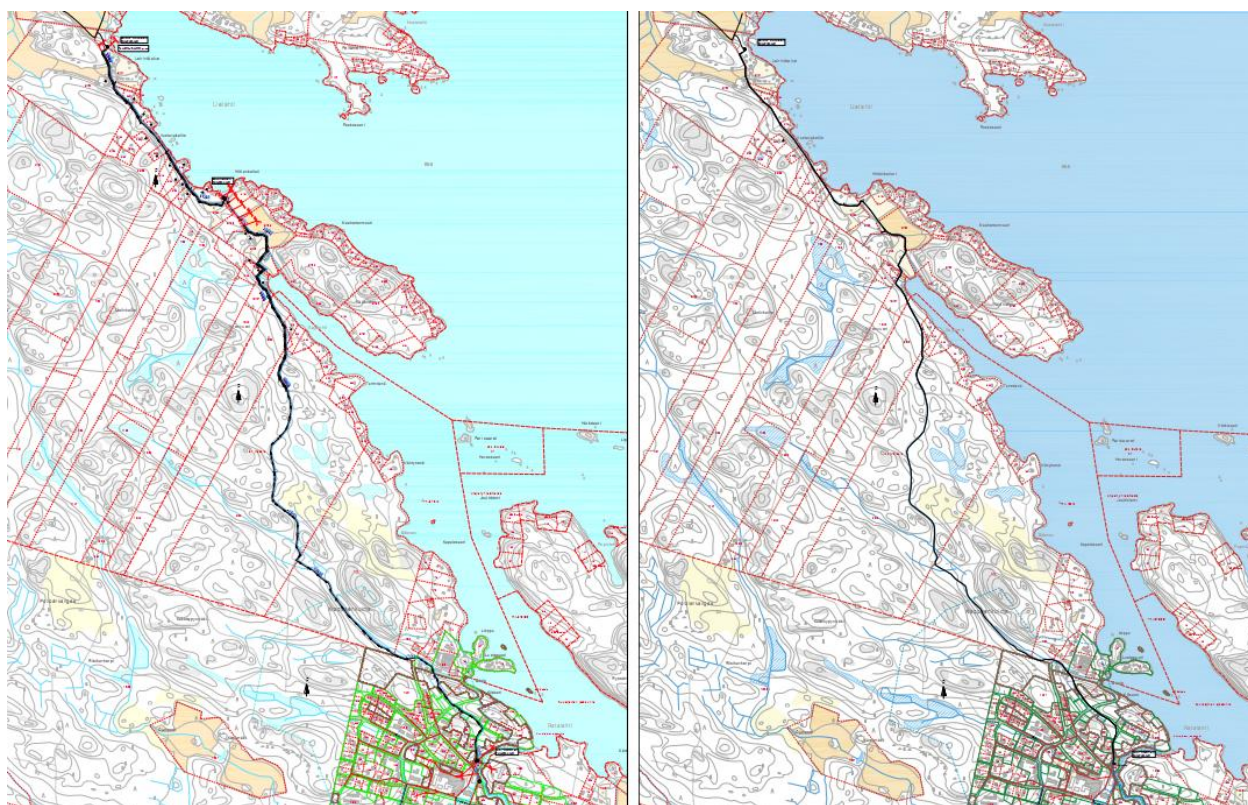
Kuva 29. Vesihuoltolinjan sijainti vuonna 2010 tarkistetulla yleissuunnitelmakartalla (23819 2010.)



Kuva 30. Vesihuoltolinjan sijainti toteutussuunnitelmakartalla (23819 2010.)

3.6.5 Rakentaminen

Rakentamisen osalta tietoa oli tästä projektista hyvin saatavilla, sillä työstä oli tehty hyvät tarkemittaukset samalle karttapohjalle kuin mille alkuperäiset suunnitelmatkin oli laadittu. Kun tarkemittauksia verrattiin toteutussuunnitelmapohjan linjaan, eroja ei juuri ollut havaittavissa (kuva 31). Joitakin johtolinjan mutkia suoristettiin rakennusteknisistä syistä, mutta linjan pituus ja sijainti maastossa olivat pysyneet samoina kuin toteutussuunnitelmassa oli suunniteltu. Urakoitsijan mukaan ainoat muutokset linjauksiin tehtiin maanomistajien toivomuksista ja näissäkin tapauksissa linjaa siirrettiin vain muutamia metrejä muun muassa tiepohjan alle, jotta välttyttäisiin esimerkiksi maanomistajalle tärkeiden puiden kaatamiselta. (Kiri 2012.)

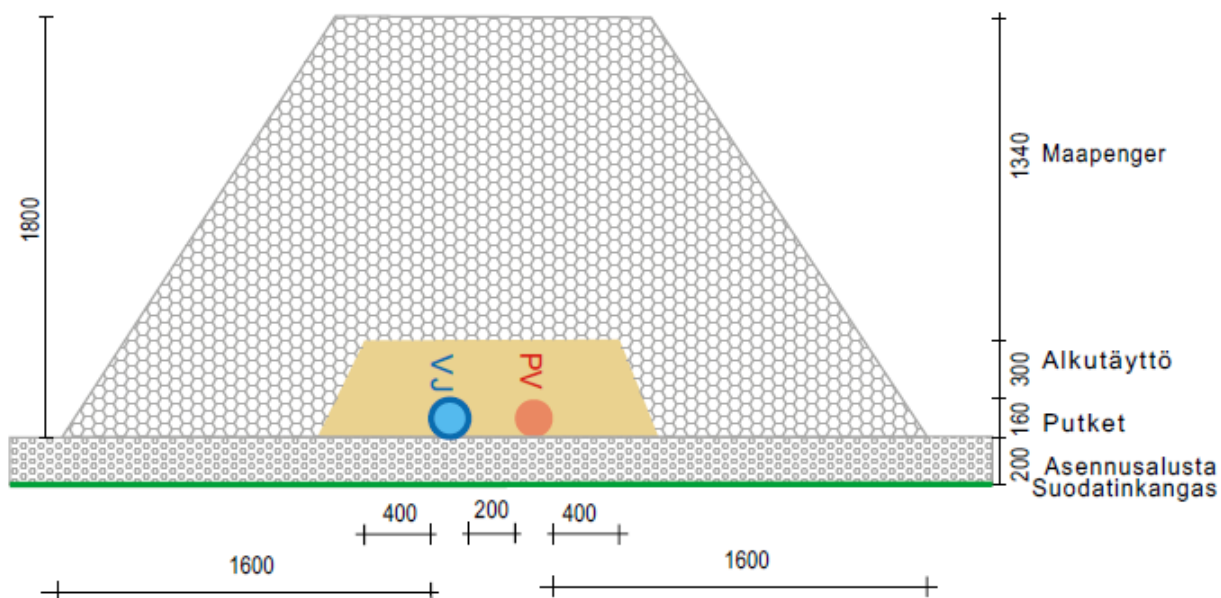


Kuva 31. Nuutajärven siirtoviemäriin toteutussuunnitelman yleiskartta kuvassa vasemmalla ja oikealla urakoitsijan toimittama tarkemittauskuva samasta linjasta (23819 2010.)

Muita rakentamisen aikana tehtyjä muutoksia olivat linjan nostaminen kuvan 32 mukaiselle pengerrakenteelle maaperän osoittautuessa sellaiseksi, että linja oli kustannuste-

hokkaampaa rakentaa siten. Pengerrakenteen kohdalle tehtiin lisäksi putkien eristämistä. Muilta osin linja rakennettiin suunnitelmien mukaisesti. (Kiri 2012.)

Tämän kohteen rakentamisen loppusummaksi tuli 618 000 € (ALV 0 %). Summa on noin 20 prosenttia pienempi kuin toteutussuunnitelman kustannusarviossa on esitetty. Tämän kaltainen muutos voi johtua monista syistä, kuten oletettua helpommista maasto-olosuhteista, maa-ainesten saatavuudesta ja yleisestä hintatasosta alueella. Halpa loppusumma saattoi myös olla seurausta tilaajan onnistuneesta urakan kilpailuttamisesta.



Kuva 32. Pehmeikön päälle rakennetun maapenkereen tyypipoikkileikkaus (23819 2010.)

4 TULOSTEN YHTEENVETO

4.1 Yleistä tulosten yhteenvedosta

Tulosten yhteenvedossa laadittiin yhteenvetotaulukko määrien muutoksista kohteissa sekä taulukko kustannusten muutoksista eri kohteissa. Taulukoissa esitetään muutosten määrät ja kustannukset prosentuaalisesti. Lisäksi laadittiin taulukot, joissa on esitetty tarkemmat vertailut muutoskohteittain, näistä taulukoista on selkeästi nähtävissä yhteneväisyydet ja eroavaisuudet projektien välillä.

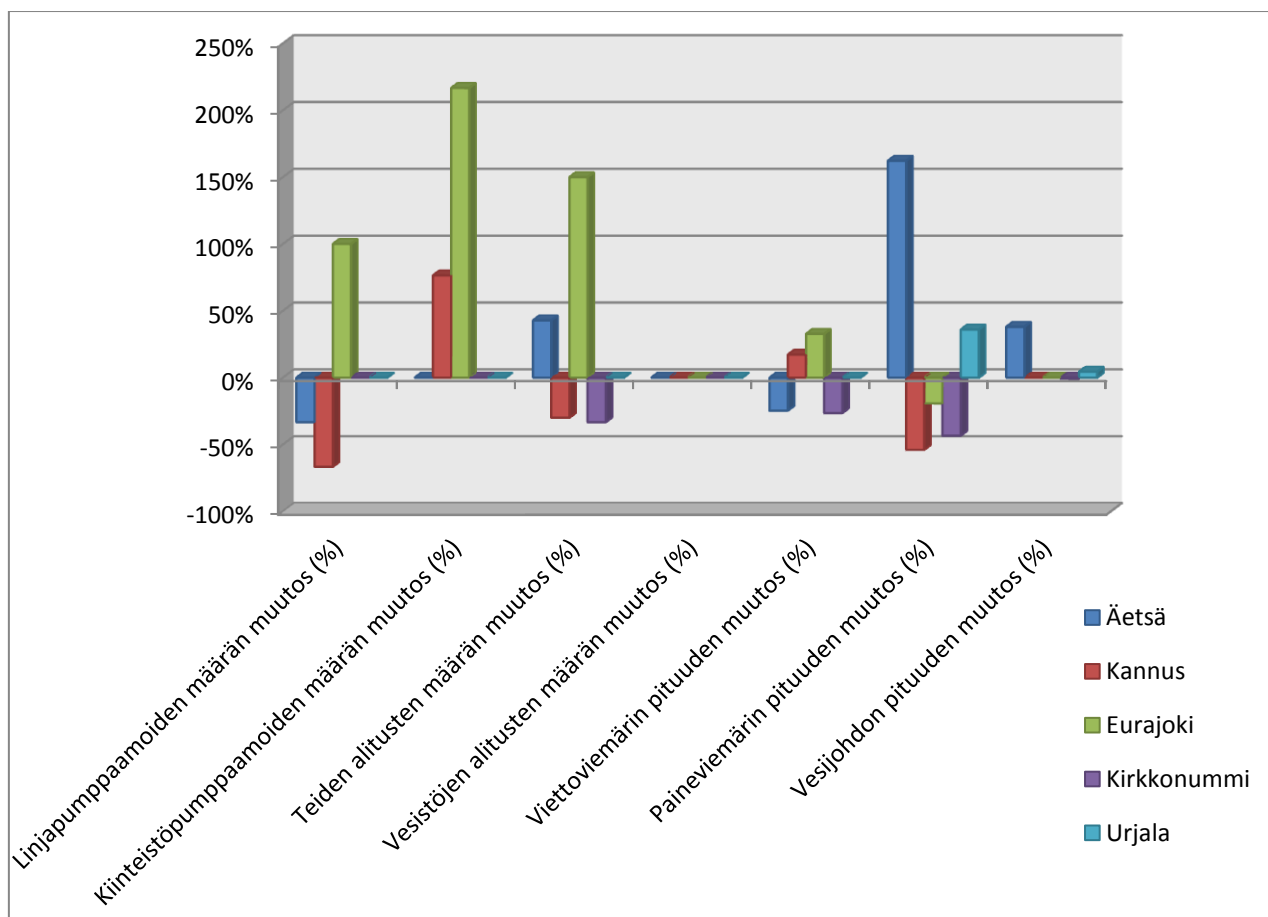
Erityisesti selvityksessä pureuduttiin muutosten syihin sekä pyrittiin selvittämään muutosten tarpeellisuutta. Lähtökohtaisesti kaikki projektin eri vaiheissa tehtävät muutokset eivät tietenkään ole turhia, vaan suunnittelun tarkoituksena on luoda mahdollisimman hyvät ja virheettömät suunnitelmat, jotka ovat edulliset ja helpot toteuttaa, ja joihin kaikki projektin osapuolet ovat tyytyväisiä. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi on oikeastaan parempi, että muutoksia tehdään suunnittelun alkuvaiheessa, jolloin suunnitelmia on vielä edullista muuttaa. Selvityksen perusteella suurin osa suunnitelmiin tehtävistä muutoksista tapahtuu juuri yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä eikä linjoja rakennettaessa enää suuria muutoksia tehdä.

Lähtökohtaisesti yleissuunnitelman kuuluisi kuitenkin olla jo sellaisella tasolla, että siitä olisi nähtävissä linjaukset hyvällä tarkkuudella. Esimerkiksi vesihuoltolinjan sijoituessa tien varteen linjan sijainti tulee olla määritetty sellaisella tarkkuudella, että siitä erotetaan se tien reuna jolle linja sijoitetaan. Myös pumppaamojen paikat ja paineviemärin sekä viettoviemärin määrät tulisi olla tiedossa. Selvityksen perusteella nämä asiat eivät kuitenkaan toteudu valtaosassa suunnitelmia, vaan muutoksia linjauksiin tehdään paljon. Miltei kaikki muutokset olivat kuitenkin hyvin perusteltuja ja aiheellisia.

4.2 Määrien muutokset

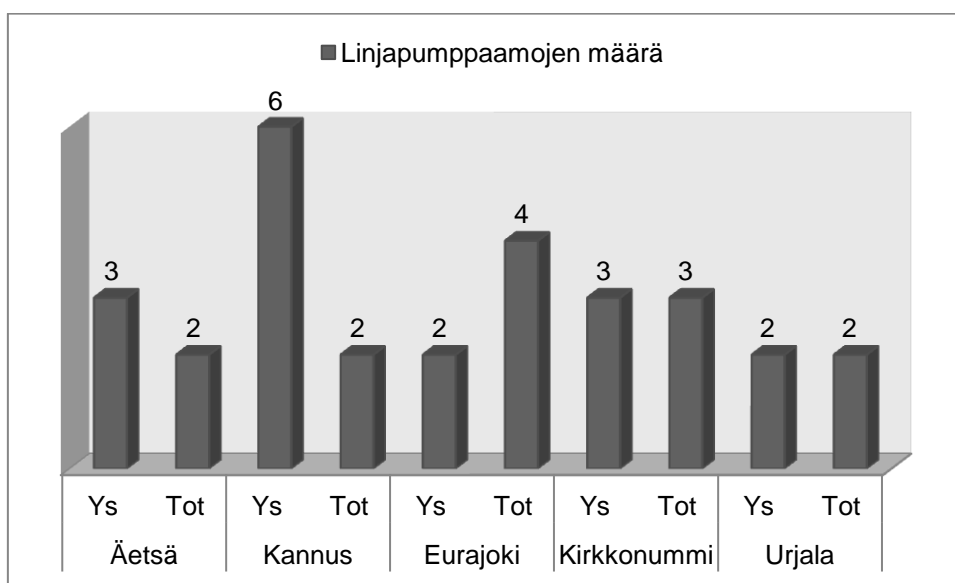
Kuviossa 1 on esitetty eri selvityskohteiden määrien muutoksia yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä. Muutokset on ilmoitettu prosentteina yleissuunnitelmaan

verrattuna eli nollassa prosentissa olevat kohdat eivät ole muuttuneet lainkaan, kasva-
neiden palkkien osoittamat määrät ovat lisääntyneet toteutussuunnitelmassa ja alaspäin
osoittavien palkkien kuvaamat määrät ovat laskeneet toteutussuunnitelmaa tehtäessä.
Vesistöjen alituksia suunnitelmissa oli niin vähäisesti, ettei niiden vertailu prosentuaali-
sesti ollut mahdollista. Vähäiset muutokset vesistöjen alituksissa johtuivat Eurajoen koh-
teessa toisella puolen jokea sijaitsevien kiinteistöjen lisäämisestä suunnittelualueeseen.
Lisäksi kahden kohteen kohdalla vesijohto ja kiinteistöpumppaamot lisättiin suunnitel-
miin vasta toteutussuunnitelmassa, mistä syystä niiden muutosprosentit ovat nollassa
(kuvio 1).



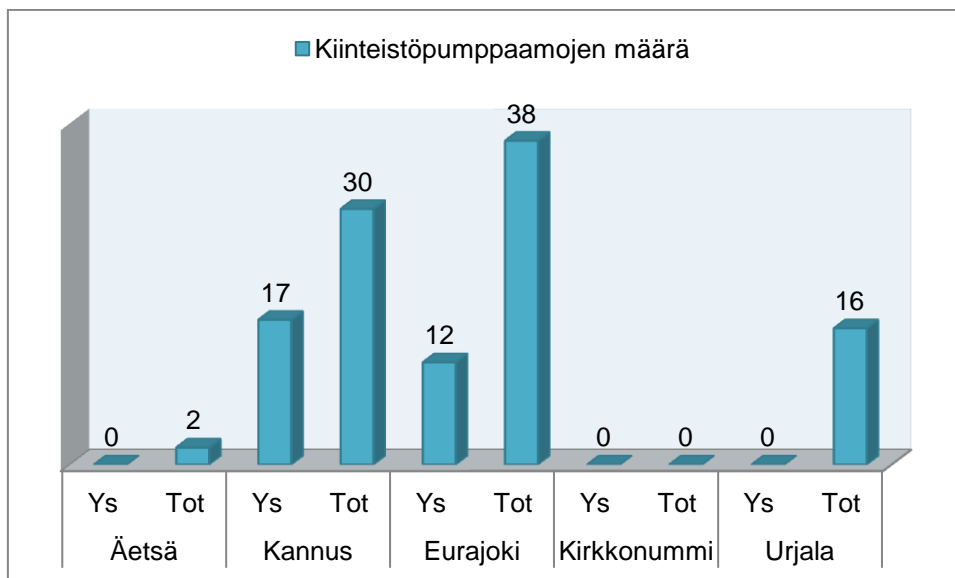
KUVIO 1. Kunkin vertailukohteen prosentuaaliset määrien muutokset siirryttäessä yleis-
suunnitelmasta toteutussuunnitelmaan

Kuvioissa 2 - 7 on esitetty aina kunkin tarkastellun yksikön määrien muutokset selvityskohteiden eri suunnitelmavaiheissa. Kuvioista 2 nähdään linjapumppaamoiden määrien vaihdelleen vain vähän suunnitelmien välillä. Poikkeuksena tästä Kannus, jossa toteutussuunnitelmavaiheessa linjoista mahdollisimman suuri osa piti suunnitella viettoviemäriksi. Tämä vaatimus näkyy myös kuvioissa 5 ja 6 viettoviemärien pituuden kasvuna ja paineviemärien pituuden puolittumisena. Eurajoella pumppaamoiden määrät kasvoivat suunnittelualueen laajentumisen myötä.



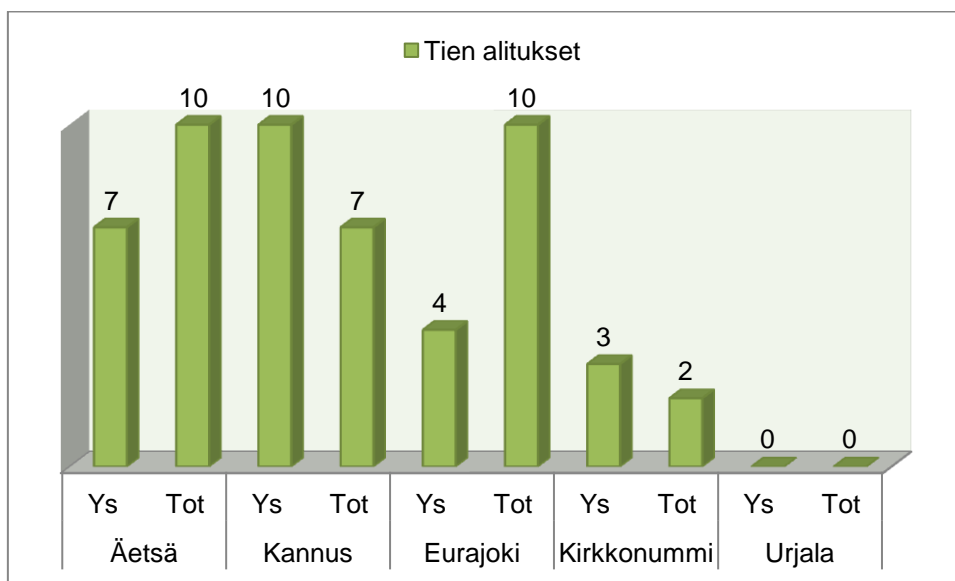
KUVIO 2. Linjapumppaamoiden määrien muuttuminen yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä eri kohteissa

Eniten muutoksia suunnitelmien välillä tehtiin kiinteistöpumppaamoiden määriin sekä viettoviemärien ja paineviemärien pituuksiin. Kiinteistöpumppaamoiden määrät kasvoivat kaikissa paitsi yhdessä kohteessa (kuvio 3). Kahdessa kohteessa ei yleissuunnitelmaa tehtäessä oltu suunniteltu lainkaan kiinteistöpumppaamoita, vaan ne otettiin huomioon vasta toteutussuunnitteluvaiheessa. Yleisin syy kiinteistöpumppaamoiden määrän kasvuun toteutussuunnitelmavaiheessa oli suunnittelualueen laajentuminen.



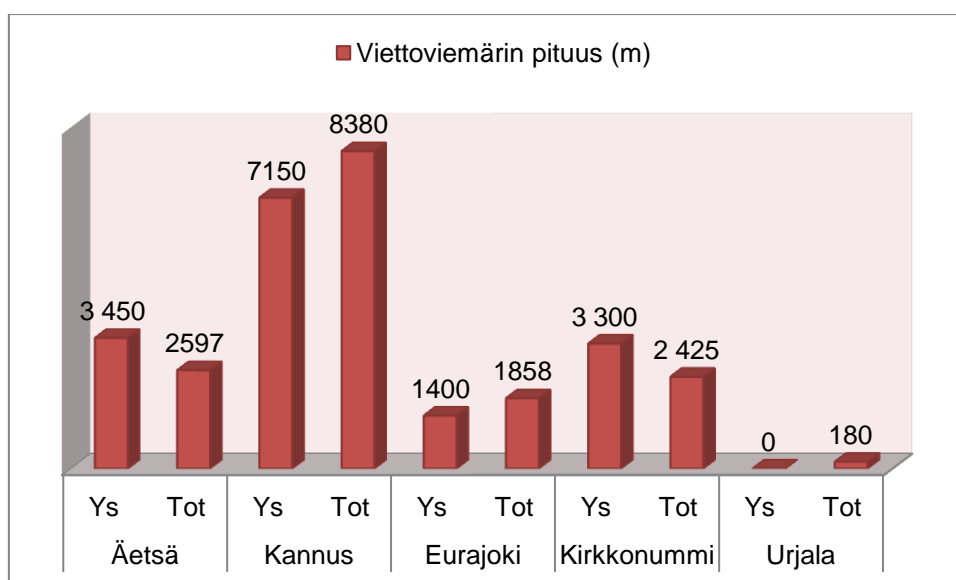
KUVIO 3. Kiinteistöpumppaamoiden määrien muuttuminen yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä eri kohteissa

Myös tien alitusten määrät vaihtelivat useimmissa kohteissa (kuvio 4). Yleisin syy tien alitusten määrien muuttumiseen olivat suunnittelualueiden kasvut tai joidenkin alueiden sulkeminen pois suunnittelusta. Tämän lisäksi tien alituksia jouduttiin lisäämään toteutussuunnitelmavaiheessa maaston osoittautuessa sellaiseksi, että esimerkiksi kivikko tai muu este oli järkevämpää kiertää.

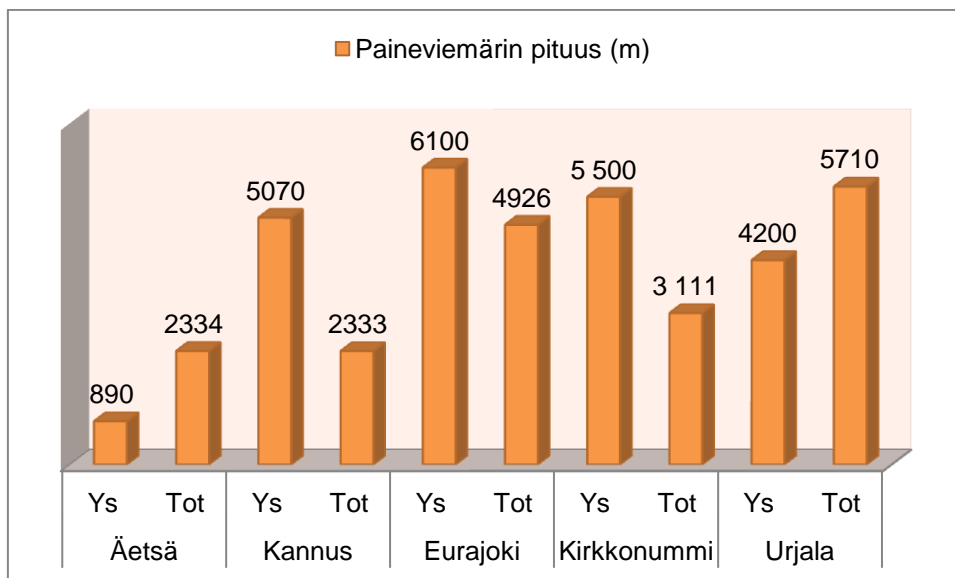


KUVIO 4. Tien alitusten määrien muutokset yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä eri kohteissa

Viettoviemärin ja paineviemärin pituudet vaihtelivat molempiin suuntiin (kuvio 5). Yleisin syy viettoviemärin muuttamiseksi paineviemäriksi olivat maasto-olosuhteet. Usein tarkemmat mittaukset ennen toteutussuunnittelun aloittamista osoittivat maaston olevan sellainen, ettei viettoviemäriä ollut mahdollista rakentaa. Paineviemäriä muutettiin kohteissa viettoviemäriksi usein tilaajan toiveista, mutta ajoittain myös toteutussuunnittelun mittaustulokset osoittivat maasto-olosuhteiden olevan kelpolliset viettoviemärille (kuvio 6). Viettoviemärin ja paineviemärin määrät ovat myös suorassa suhteessa pumppaamojen määriin, sillä paineviemärin määrän vähentyessä myös pumppaamojen määrä laskee.

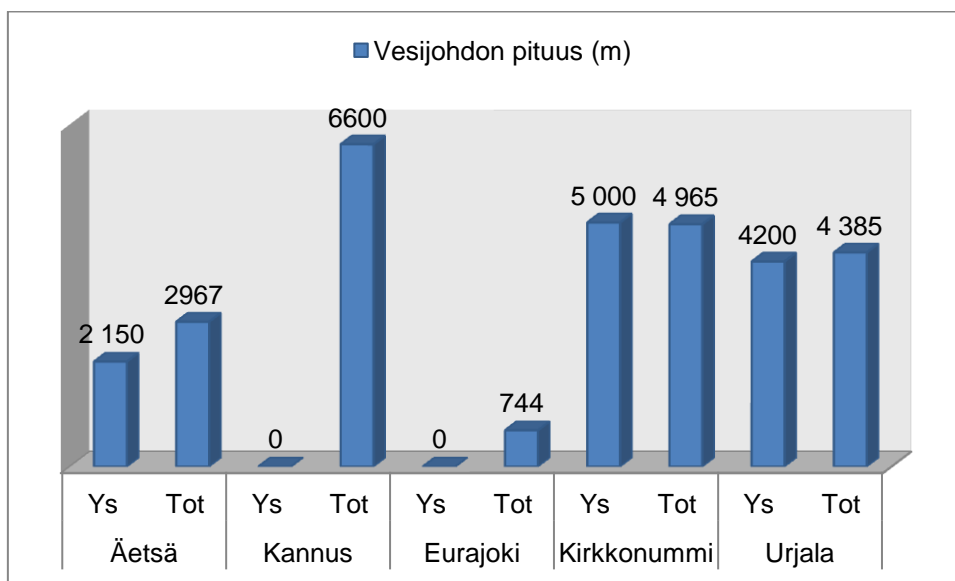


KUVIO 5. Viettoviemärin pituudet eri kohteiden yleissuunnitelmissa ja toteutussuunnitelmissa



KUVIO 6. Paineviemärin pituudet eri kohteiden yleissuunnitelmissa ja toteutussuunnitelmissa

Vesijohtojen pituudet pysyivät kahdessa kohteessa käytännössä muuttumattomina, yhdessä kohteessa tapahtui pientä kasvua linjapituuksissa ja kahdessa kohteessa vesijohdon rakentaminen päätettiin lisätä työhön tilaajan toiveesta vasta toteutussuunniteluvaiheessa (kuvio 7). Usein suunnittelualueita laajennettiin toteutussuunnitelmavaiheessa ja vesijohdon pituudet ovat kasvaneet sen mukaisesti.



KUVIO 7. Vesijohdon pituudet eri kohteiden yleissuunnitelmissa ja toteutussuunnitelmissa

Vertailu toteutussuunnitelman ja rakennetun kohteen välillä jäi kahden urakoitsijan haastattelujen varaan. Haastattelujen perusteella voitiin kuitenkin päätellä, ettei linjapumppaamoiden, kiinteistöpumppaamoiden ja teiden alitusten määriin tehdä muutoksia rakennettaessa. Viettoviemäreiden, paineviemäreiden ja vesijohtojen pituuksiin ei myöskään tehdä muutoksia rakennusvaiheessa. Yleisimpiä rakentamisen aikana esiintyneitä muutoksia olivat pienet linjamuutokset maanomistajien vaatimuksista tai toiveista johtuen.

4.3 Kustannusten muutokset

Kustannusten muutosten tarkastelua tehtiin mahdollisuuksien mukaan työn edetessä. Kahdesta kohteesta ei ollut saatavissa yleissuunnitelman kustannusarviota eikä kahta kohdetta ollut vielä työtä tehdessä rakennettu. Tuloksiksi jäivät yhden rakennetun kohteen lopulliset kustannukset ja yhden loppusuoralla olevan kohteen lopullisten kustannusten arvio. Tästä johtuen kustannusten arviointi jäi suunniteltua suppeammaksi. Arvioitaessa kustannusten muutoksia yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman välillä, on arvioinnissa käytetty hyväksi tilastokeskuksen maarakennuskustannusindeksiä, johon kustannukset sidottiin. Toteutuskustannuksiin vaikuttavat määrien muutosten lisäksi kohteen toteuttamistapa ja urakkakilpailuttamisen onnistuminen. Kustannuksista tarkasteltiin sekä kohteiden kokonaiskustannusten että yksikkökustannusten muutoksia vesihuoltolinjan osalta (€/km, taulukossa 7 muutos esitetty prosentteina). Kustannusmuutokset on koottu oheiseen taulukkoon 7. Taulukon mukaan kokonaiskustannukset arvioidaan yleissuunnitteluvaiheessa liian alhaisiksi. Yksikkökustannukset on myös arvioitu liian alhaisiksi. Sen sijaan toteutussuunnitelmaa tehdessä kokonaiskustannukset arvioidaan taulukon mukaan 25 % liian suuriksi. Selvityksessä saatujen kohteiden vähäisen kustannustiedon perusteella tulos on kuitenkin epävarma. Kannuksen yleissuunnitelman ja toteutussuunnitelman kustannusarvioiden erot johtuvat siitä, että yleissuunnitelman jälkeen suunnitelmiin lisättiin viettoviemäriä paineviemärin sijaan ja lisättiin vesijohto koko linjan pituudelle. Eurajoen kohdalla kustannusarvioiden kasvua siirryttäessä yleissuunnitelmasta toteutussuunnitelmaan selittää suunnittelualueen laajentuminen toteutussuunnitteluvaiheessa.

TAULUKKO 7. Kustannusvertailu

Kohteen nimi	Kokonaiskustannus muutos YS - Tot (%)	Kokonaiskustannus muutos Tot - Rak (%)	Vesihuoltolinjan yksikkökustannus €/km, muutos YS - Tot (%)	Huom !
Äetsä	-4 %	-	-15 %	
Kannus	113 %	-30 %	143 %	Lopullisten rakentamiskustannusten arvio
Eurajoki	74 %	-	92 %	
Kirkkonummi	-	-	-	Yleissuunnitelman kustannusarviota ei tiedossa
Urjala	-	-23 %	-	Yleissuunnitelman kustannusarviota ei tiedossa

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Selvityksen perusteella vesihuoltolinjojen suunnittelun eri vaiheissa tehdään muutoksia linjauksiin, pumppaamoiden määriin ja sijoituspaikkoihin sekä paineviemäriin ja viettoviemäriin pituuksiin. Suurin osa muutoksista tapahtuu edetessä yleissuunnitelmasta toteutussuunnitelmaan. Tämän opinnäytetyön selvityksen perusteella muutokset ovat kuitenkin valtaosin hyvin perusteltuja. Eniten muutoksiin vaikuttavat tilaajan työlle asettamat tavoitteet ja tavoitteiden muutokset työn edetessä. Kohteet, joissa oli selkeä maastollinen ratkaisu (kuten selkeä tienlinjaus) tiedossa jo yleissuunnitteluvaiheessa muuttuivat selkeästi vähiten. Kohteet, joiden tarpeisiin suunnitteluprosessin edetessä tuli muutoksia eniten, muuttuivat myös suunnittelun aikana eniten. Tällainen kohde oli esimerkiksi Kannuksen vesiosuuskunnalle tehty Yli-Kannuksen viemäröinti, jossa suunnitteluprosessin aikana tilaaja linjasi, että mahdollisimman suuri osa viemäröinnistä tuli toteuttaa viettoviemäröintinä. Toinen suuri muutoksia aiheuttava tekijä ovat maanomistajien vaatimukset.

Valtaosa vesihuoltoratkaisuista tehdään maasto-olosuhteiden ja liittyjien tarpeiden perusteella. Tämän vuoksi etenkin joidenkin kohteiden kohdalla voidaan pohtia, olisiko maasto-olosuhteita sekä liittyjämääriä ja liittymishalukkuutta voitu selvittää jo yleissuunnitteluvaiheessa tarkemmin. Silloin olisi voitu päätyä jo yleissuunnitteluvaiheessa lähemmäksi lopullista linjausvaihtoehtoa. Tämä olisi kuitenkin vaatinut enemmän työpanosta ja lisännyt sitä kautta yleissuunnittelukustannuksia.

Selvitys yllätti tekijänsä sillä, että yleissuunnitelmaa verrattaessa toteutussuunnitelmaan muutoksien määrällä ei ollut yhteyttä siihen, oliko yleissuunnitelman tekijä sama vai eri suunnittelija kuin toteutussuunnitelman. Muutoksiin vaikuttivat enemmän muut tekijät, kuten maanomistajat, tilaaja, maastonmuodot ja maaperäolosuhteet.

Haastattelujen perusteella voitiin myös todeta AIRIX Ympäristö Oy:n vesihuoltosuunnitelmien pitävän hyvin paikkansa rakentamisvaiheessa. Rakentamisvaiheessa tehtävien muutosten määrä oli vähäinen ja varsinaisia virheitä suunnitelmista ei tullut ilmi.

Työn yhtenä tavoitteena oli saada selville eri suunnitelmavaiheiden arvioidut kustannukset ja myös kohteiden todelliset rakentamiskustannukset. Näistä ei valitettavasti saatu luotettavaa määrää tietoa. Koska määrät voivat muuttua kesken suunnitteluprosessin tilaajan tarpeista johtuen, työssä havaittiin käyttökelpoisimmiksi kustannusten arviointitavoiksi yksikkökustannus (€/vesijohto- ja viemärikilometri) sekä kustannusten muutos per liittyjä (€/liittyjä). Näitä yksikkökustannuksia vertaamalla voitaisiin luotettavammin arvioida kohteen kustannusten muuttumista yleissuunnittelusta toteuttamiseen.

Yhtenä ideana suunnittelun kehittämiseen selvityksessä ilmeni tarvetta jonkinlaiselle palautelomakkeelle, jonka avulla voitaisiin arvioida suunnittelun tasoa, ylläpitää suunnittelijoiden kustannustietoutta ja saada arvokkaita kehittämis ehdotuksia asiakkaiden kanalta. Lomake voisi koostua esimerkiksi muutamasta kysymyksestä koskien suunnitelmien paikkansapitävyyttä, rakentaessa tehtyjä muutoksia ja suunnittelupalvelun tasoa sekä kyselystä rakennettujen vesijohtojen, viettoviemäreiden ja paineviemäreiden määrästä ja lopullisista kustannuksista.

Lopuksi voidaan todeta, että yleissuunnittelu on luonteeltaan ”yleispiirteinen” ja että siihen tulee aina muutoksia seuraavissa vaiheissa. Tämän opinnäytetyön perusteella yleissuunnitelma on erittäin tärkeä työkalu ohjaamaan yksityiskohtaisempaa suunnittelua. Rakennettaessa vesihuoltoa ilman yleissuunnitelmaa on vaarana että yksityiskohtaisissa suunnitelmissa ratkaisut eivät huomioi yhdyskunnan pidempiaikaisia tarpeita, vaan rakennusprojekteissa tehdään turhaan päällekkäisiä tai lyhytkestoisia investointeja.

LÄHTEET

AIRIX Ympäristö Oy 2005. Äetsän kunta, Aarikkalantien - Virtasenkujan alueen vesihuollon yleissuunnitelma. 21153YV.

AIRIX Ympäristö Oy 2006. Äetsän kunta, Aarikkalan alueen vesihuolto. 21494YV.

AIRIX Ympäristö Oy 2006. Eurajoen kunta, Irjanteen keskustan ja Maaden alueen viemäröinti yleissuunnitelma. 21787YV.

AIRIX Ympäristö Oy 2007. Eurajoen kunta, Irjanteen ja Maaden viemäröinti rakentamissuunnitelma. 21886YV00.

AIRIX Ympäristö Oy 2009. Kannuksen vesiosuuskunta, Yli-Kannuksen alueen viemäröinti yleissuunnitelma. 23133YV.

AIRIX Ympäristö Oy 2010. Kannuksen vesiosuuskunta, Yli-Kannuksen alueen viemäröinti. 23133YV.

AIRIX Ympäristö Oy 2010. Urjalan kunta, Nuutajärven siirtoviemäri ja runkovesijohto. 23819.

AIRIX Ympäristö Oy 2011. Kirkkonummen kunta, Siirtojohdot Lapinkylä – Veikkola. 24587.

Haronen, Reijo 2012. Haastattelu. Vesihuollon toimialajohtaja. AIRIX Ympäristö Oy.

Hinnat ja kustannukset 2012. Maarakennuskustannusindeksi. Tilastokeskus. Helsinki 2012.

Hyypiä, Jouni 2012. Haastattelu. Aluetekniikan ja vesihuollon suunnittelupäällikkö. AIRIX Ympäristö Oy.

Järvelä, Timo 2012. Haastattelu. Toimitusjohtaja. Kannuksen vesiosuuskunta.

Kamppari, Pasi 2012. Haastattelu. Vesihuollon suunnittelija. AIRIX Ympäristö Oy.

Karttunen, E. 2003. RIL 124-1-2003. Vesihuolto 1. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Helsinki 2003.

Karttunen, E. 2004. RIL 124-2-2004. Vesihuolto 2. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Helsinki 2004.

Karttunen, E. 2010. RIL 237-1-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Perusteet ja toiminnallisuus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Helsinki 2012.

Karttunen, E. 2010. RIL 237-2-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Mitoitus ja suunnittelu. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Helsinki 2012.

Kiri, Timo 2012. Haastattelu. Maa- ja vesirakennus Kiri Oy.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Maa- ja Vesirakennus Oy 1998. Urjalan kunta, Lielähti – Nuutajärvi runkovesijohto ja paineviemäri.

Oravainen, Teemu 2012. Haastattelu. Aluetekniikan ja vesihuollon suunnittelija. AIRIX Ympäristö Oy.

Pärnä, Heikki 2011. Turun ammattikorkeakoulu. Vesihuollon linjasuunnitteluprosessin kehittäminen. Rakentamisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

SITO Oy 2008. Kirkkonummen kunta, Yleissuunnitelmakartta siirtolinja Lapinkylä - Haapajärvi – Veikkola.

Tuukkanen, Jarno 2012. Haastattelu. Aluetekniikan suunnittelija. AIRIX Ympäristö Oy.

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.

Vesilaki 27.5.2011/587.